

сантехника, отопление, кондиционирование



№1 2010
www.c-o-k.ru

Ежемесячный специализированный журнал

АРМАТУРА ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛОВ



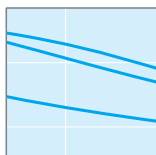
Серия **SolarFAR**
для гелиосистем
Температура до **160°C**

эксклюзивный представитель



ТЕРМОРОС (495) 785 55 00
ТЕРМОРОС-СПб (812) 703 00 02
ТЕРМОРОС-Сочи (8622) 90 12 11
ТЕРМОРОС-Казань (843) 228 99 82
www.termoros.com

Реклама



18

*РЕХ-трубопроводы
в хлорированной воде*



42

*Теплопункты,
не занимающие места*



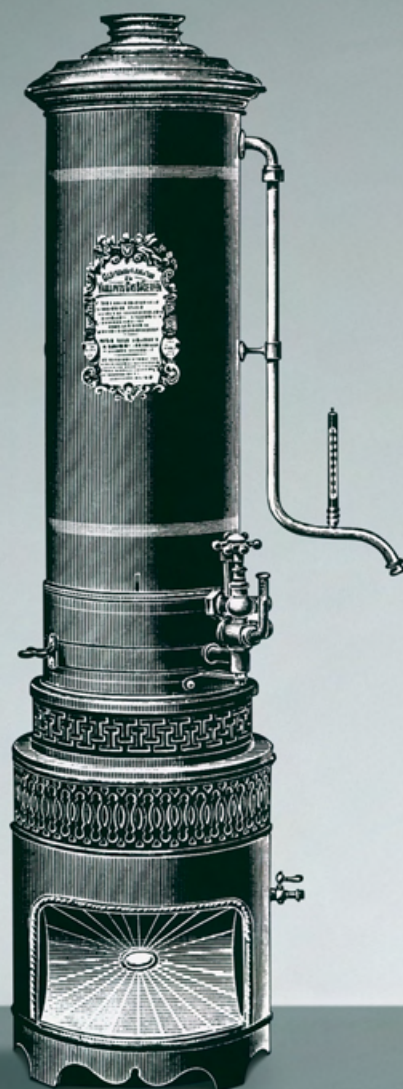
66

*VRF-системы Multi V
от LG Electronics*

Почему Vaillant?

Потому что мы опираемся на традиции, изобретая новое.

1874



Vaillant – традиционное немецкое качество с 1874 года

Мы, жители XXI века, можем позволить себе лучшее: выбрать отопительную технику, которая экономически выгодна в использовании, экологична, надёжна и эффективна. Мы экономим свои расходы на топливо, бережём окружающую среду и получаем максимум комфорта.

Компания Vaillant постоянно модернизирует отопление уже более 135 лет. Мы прошли долгий путь изобретений – от первых газовых водонагревателей до современной техники на базе возобновляемых источников энергии. При этом сохранение традиционного немецкого качества оборудования Vaillant остаётся по-прежнему нашим приоритетом.

Vaillant. 15 лет в России. Техническая поддержка для специалистов круглосуточно.

Подробная информация на сайте www.vaillant.ru или по телефону горячей линии (495) 921 45 44



2010

Йоханн Вайллант – основатель компании

Новинки Vaillant 2010

- Гелиосистема autoSTEP
- Система с тепловым насосом geoTHERM
- Напольный конденсационный котёл ecoVIT – новая серия
- Напольный конденсационный котёл ecoCRAFT
- Настенный электрический котёл eIoBLOCK

Приглашаем посетить стенд
Vaillant на выставке „Аква-Терм“
2-5 февраля 2010 года
Крокус-Экспо, павильон 3, стенд С501

■ Отопление ■ Горячая вода ■ Новые виды энергии

 **Vaillant** думает о будущем.

8-11 ФЕВРАЛЯ

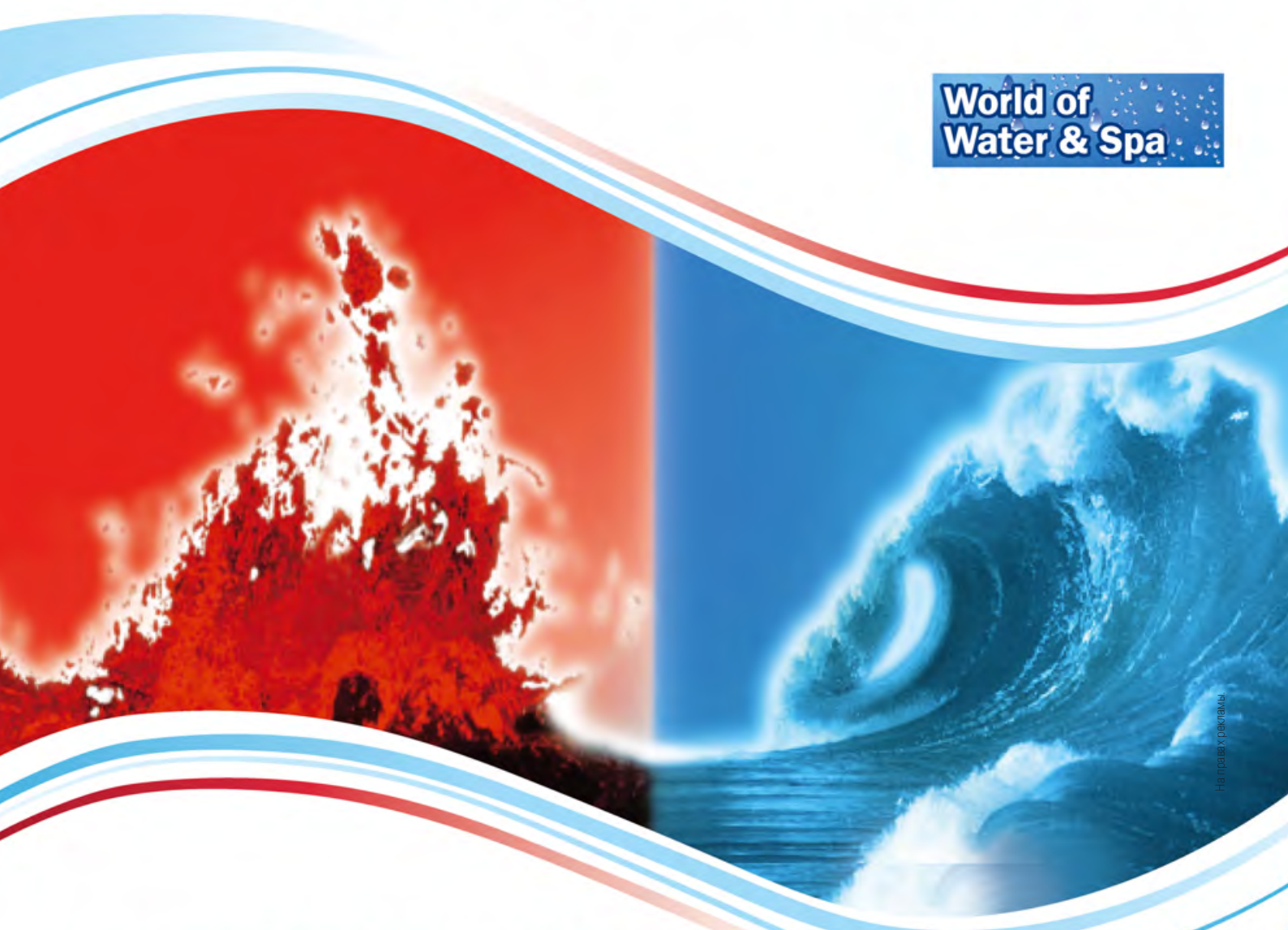
Крокус Экспо • Москва



AQUA-THERM MOSCOW 2011

Новые перспективы развития Вашего бизнеса!

**World of
Water & Spa**

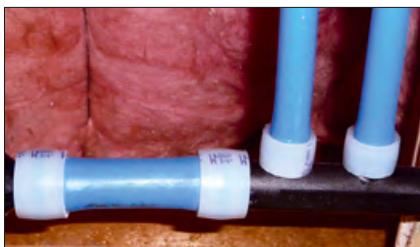


15-я Международная выставка систем
отопления, водоснабжения, вентиляции,
сантехники и оборудования для бассейнов

Организаторы :

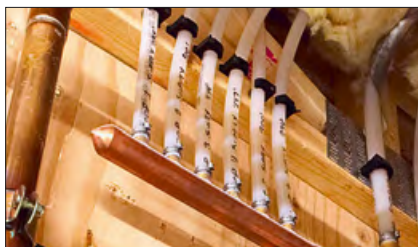


www.aquatherm-moscow.ru



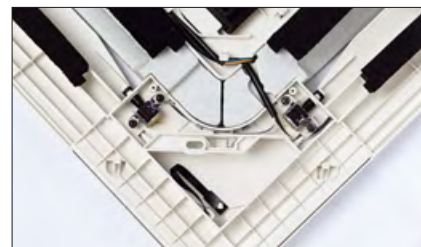
Поведение трубопроводов из PEX в хлорированной воде 18

С 2005 г. в стране действует российский свод правил СП 41-109-2005 «Проектирование и монтаж внутренних систем водоснабжения и отопления зданий с использованием труб из сшитого полиэтилена», основным разработчиком которого является Научно-исследовательский институт московского строительства (ГУП «НИИМосстрой»).



Система отопления на основе естественной циркуляции теплоносителя 32

При строительстве индивидуального жилого дома перед будущими жильцами непременно встает закономерный вопрос: какую систему отопления предпочесть. Важно правильно поставить цель проекта, чтобы с самого начала избежать ошибок. В этой статье мы рассмотрим главную цель — высокую надежность работы системы отопления.



Особенности внутренних блоков VRF-системы Multi V от LG Electronics 66

Оценивая комфортные условия окружающей среды, особенно в той, в которой нам приходится работать, мы имеем в виду совокупность теплового комфорта, качества воздуха, освещенности и уровня шума. И если на рабочем месте мы не ощущаем необходимого комфорта, наша работоспособность и продуктивность неизбежно падают.

НОВОСТИ, СОБЫТИЯ, ФАКТЫ 4

ВЫСТАВКИ

«Стройсиб'2010» — время завоевывать новые позиции! 9

ISH China регистрирует участников 10

Южному архитектурно-строительному форуму — 20 лет! 12

САНТЕХНИКА

Опыт модернизации ВНС 13

Поведение трубопроводов из PEX в хлорированной воде 18

Доочистка сточных вод в фильтрах-отстойниках 24

Гибкая подводка STC 27

Водосчетчики и расходомеры в ЖКХ 28

ОТОПЛЕНИЕ

Система отопления на основе естественной циркуляции теплоносителя 32

Теплопункты, не занимающие места 42

Обслуживание узлов учета количества теплоты 46

Современные теплообменники 52

Опыт эксплуатации биокотельной на щепе 57

Гелиоустановки котельных малой мощности 58

[Арматура FAR для гелиосистем теплоснабжения](#)

[Эффективное производство: экономия и учет энергоресурсов](#)

[Нанотехнологии и материалы в системах теплогазоснабжения и вентиляции](#)

КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ

[Особенности внутренних блоков VRF-системы Multi V от LG Electronics](#) 66

[ЕС-вентиляторы для овощехранилищ и грибных камер](#) 68

[Воздушно-тепловой режим помещения](#) 70

[Инженерные системы для зданий различного назначения](#) 73

[К вопросу о соотношении скрытой и явной теплоты](#) 78

[Ветровая составляющая внутреннего избыточного давления воздуха](#) 82

[Энергосбережение при проектировании систем микроклимата зданий](#) 84

ИННОВАЦИИ

[Будущее — сейчас!](#) 88

[Энергосбережение: билет в будущее](#) 92

РЕТРОСПЕКТИВА

[Века московского водопровода](#) 94



Теплопункты, не занимающие места 42

Минувшее десятилетие привнесло много нового в нашу жизнь, начиная от общественно-политического устройства общества, кончая отдельными элементами быта и повседневной жизни. Не обошли стороной глобальные изменения и коммунальное хозяйство. Здесь появилось множество новой техники и технических решений.

К вопросу о соотношении скрытой и явной теплоты 78

Изначально системы кондиционирования подбирались по величине явной холодопроизводительности. Пренебрежение скрытой нагрузкой (осушение воздуха) приводило к снижению эффективности работы системы и к появлению проблем с обеспечением требуемого качества воздуха в помещениях.



«С.О.К.» №1/97 2010 г.

Тираж: 15 000 экз.
Цена свободная

«С.О.К.» — зарегистрированный торговый знак
Ежемесячный специализированный журнал

Учредитель и издатель: ООО «Издательский Дом «Медиа Технологии»
Журнал зарегистрирован в Министерстве РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.
Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ №77-9827 от 17 сентября 2001 г.

Адрес редакции: Москва: 119991, ул. Бардина, д. 6
Тел.: +7 (499) 135-9857 / 9982 / 7828 / 9922 / 9830 / 9968
Факс (499) 135-9982, e-mail: media@mediatechnology.ru
Представитель в Санкт-Петербурге:
Тел. (812) 716-6601, факс (812) 571-5801
E-mail: cok-spb@wrd.ru



Отпечатано в типографии
«Немецкая Фабрика Печати», Россия

Директор
Смирнов Владимир

Главный редактор
Павловский Дмитрий

Админ. электронной
версии журнала
Алмаев Ренат

Отдел рекламы
Строганов Сергей

Дизайн и верстка
Головки Роман

Электронная
версия журнала
www.c-o-k.ru

Дискуссии
профессионалов
www.forum.c-o-k.ru

Перепечатка фотоматериалов и статей допускается только с письменного разрешения редакции и с обязательной ссылкой на журнал (в т.ч. в электронных СМИ). Мнение редакции может не совпадать с точкой зрения авторов. Редакция не несет ответственности за информацию, содержащуюся в рекламных объявлениях.

■ ROLS ISOMARKET

Новый завод Rols Isomarket



В начале 2010 г. компания Rols Isomarket — лидер рынка и эксперт в технической теплоизоляции — запускает в эксплуатацию крупнейший в Восточной Европе завод по производству изоляционных материалов из вспененного полиэтилена Energoflex.

Стремление предложить потребителям продукцию нового уровня качества и удовлетворить растущий спрос на теплоизоляционные материалы привели Rols Isomarket к необходимости создания нового производства. Несмотря на кризисные явления в экономике, этот проект не был отложен. В течение 2009 г. в Переславле-Залесском был построен новый завод по выпуску теплоизоляционных материалов для инженерных коммуникаций. Выбор оборудования был сделан в пользу компании Krauss Maffei Berstorff GmbH — крупнейшего мирового производителя экструзионной техники для полимеров. Новое предприятие оснащено самым современным и производительным оборудованием этой марки. Помимо производства, начато строительство нового современного складского комплекса для хранения готовой продукции.

Ввод завода в эксплуатацию позволит компании Rols Isomarket расширить ассортимент выпускаемой продукции, а применение передовых технологий повлечет значительное снижение затрат на обслуживание и контроль работы оборудования. Отличительной особенностью нового производства станет широкое внедрение энергосберегающих технологий и экологическая безопасность.

Одна из главных составляющих успешной работы завода — внедрение и запуск системы планирования ресурсов предприятия ERP (Enterprise Resource Planning System). Применение ERP позволит повысить не только эффективность работы производства, но и конкурентоспособность компании в целом за счет оптимизации управления всей административной и операционной деятельностью.

Открытие нового завода позволит Rols Isomarket упрочить позиции лидера рынка технической теплоизоляции.

■ ARISTON

Мировая энергетика переходит на солнце

В настоящее время в итальянском городе Болонья рассматривается проект строительства монорельсовой дороги, работающей на энергии солнца. Архитектурное бюро Iosa Ghini Associati предлагает оборудовать рельсы тонкими солнечными панелями, которые и обеспечат передвижение поездов.

Реализация данного проекта позволит закрепить за Италией лидирующие позиции в области использования энергии «светила». Недавно в этой стране появилось крупнейшее европейское предприятие по производству тепловых солнечных систем, предназначенных для производства горячей воды. Завод был построен Ariston Thermo Group, крупнейшим мировым производителем водонагревательного и отопительного оборудования.

Не стоит думать, что подобные решения могут применяться только в «солнечной Италии»: вопреки стереотипам, возможности использования энергии солнца в России огромны. Недавнее исследование российских ученых под руководством доктора технических наук Олега Попеля из Объединенного института высоких температур РАН показало, что в большинстве районов страны можно использовать солнечные водонагревательные установки (СВУ).

Ученые установили, что в Забайкалье, на Северном Кавказе, в Восточной Сибири и прочих регионах среднесуточные годовые потоки солнечного излучения превосходят показатели большинства европейских стран, где солнечные установки уже давно вошли в широкое употребление.



Наиболее простыми и доступными являются солнечные водонагреватели, состоящие из солнечного коллектора и бака с водой. Благодаря таким установкам жители большинства регионов России могли бы ежедневно получать горячую воду без значительных затрат на электроэнергию.

Вероятно, подобные водонагреватели будут использоваться на грядущей Олимпиаде в Сочи. Такая возможность обсуждалась во время проведения российско-итальянского Форума в апреле этого года с представителями компании Ariston Thermo Group. «На крышах 42-х зданий Олимпийской деревни в Пекине нами были установлены солнечные панели на площади 7500 квадратных метров. Применение данного оборудования обеспечило подачу 350 тысяч литров горячей воды ежедневно, сократив расход энергии на 30 процентов. Принцип работы системы прост: поглощающие поверхности панелей переводят солнечную энергию в тепловую. Это позволяет нагревать теплоноситель в системе, а затем и воду в специальных бойлерах. После этого горячая вода поступает к пользователям», — рассказывает Александр Назаров, старший технический специалист Ariston.

Специалисты Ariston Thermo Group уверены, что грядущая сочинская Олимпиада могла бы стать хорошим «полигоном» для демонстрации установок, чтобы впоследствии приступить к их повсеместному применению.

Широкое использование солнечной энергии — мировая тенденция, которая становится все более очевидной. Наиболее амбициозным проектом в этой области в настоящее время являются планы по освоению Сахары. Консорциум Desertec Industrial Initiative рассчитывает применять пески Африки для получения электричества. В уже скором будущем до 15% всех энергопотребностей Европы будет «закрывать» одна пустыня Сахара.

Использование энергии солнца в России позволит сэкономить сотни миллионов условных тонн топлива. Одновременно это и важнейшее направление роста энергоэффективности экономики, провозглашенной в стране, и лучший способ позаботиться об экологии.

■ Daikin Europe N.V. и Biddle Climate Solutions для коммерческих объектов

При сотрудничестве климатических компаний Daikin Europe N.V. и Biddle Climate Solutions, на основе теплового насоса компании Daikin и воздушной завесы Biddle, разработано новое высокоэффективное решение для объектов розничной торговли и офисных зданий.

Фото предоставлены компаниями-производителями.

Сочетание воздушной завесы Biddle с тепловым насосом Daikin ERQ или с Daikin VRV с рекуперацией тепла обеспечивает наиболее высокую эффективность разделения климатических зон, доступную в настоящий момент на рынке. Кроме того, новая разработка снижает выбросы углекислого газа и обеспечивает 72%-ю экономию энергии по сравнению с электрическими завесами. Окупаемость инвестиций при этом составляет всего полтора года.

Воздушные завесы Biddle сочетаются с автономными тепловыми насосами Daikin ERQ, а также могут интегрироваться в VRV-системы с рекуперацией тепла. В этом случае, воздушные завесы используют теплоту, отводимую из других помещений.

Система Daikin VRV с рекуперацией тепла в комбинации с воздушными завесами Biddle представляет собой комплексное решение, включающее охлаждение, отопление, вентиляцию и разделение наружных и внутренних сред.

Высокая эффективность климатического решения Daikin/Biddle предполагает также возможность использования блоков с более низким индексом производительности, а запатентованная технология Biddle еще более повышает уровень эффективности.

Комплексная система Daikin/Biddle также проста в установке и исключает необходимость водяных коммуникаций.

■ LOYTEC

Loytec получила премию «Лучший продукт года»

10–12 ноября 2009 г. во Франкфурте прошла конференция Loncom, проводимая под эгидой LonMark International. Участники конференции ознакомились с новыми разработками и достижениями, нормами и правилами, техническими проблемами и их решениями, а также с новинками продукции для сетей LON. Кульминационным моментом конференции стало присуждение престижной премии «Лучший продукт года». В номинации «Лучший продукт сетевой инфраструктуры 2009 г.» победу одержал продукт компании Loytec — Графическая панель LVIS 3E115. Графическая панель LVIS 3E115 (1024×768,15") предназначена для визуализации данных получаемых от устройств из сетей LON.

Панель обладает гибким графическим интерфейсом пользователя, поддерживает выполнение математических/логических операций, функции журнала аварий, планировщика, построения графиков, а также отправку сообщений на e-mail.

■ «КАШИРА-ПЛАСТ»

ООО «Кашира-Пласт» представляет Compire



Российский завод «Кашира-Пласт» уже успел себя зарекомендовать как производитель высококачественных металлопластиковых труб Compire из сшитого полиэтилена. С января 2010 г. ООО «Кашира-Пласт» предлагает новый продукт — металлополимерные трубы Compire из полиэтилена повышенной термостойкости PERT/AI/PERT — для горячего, холодного водоснабжения и напольного отопления.

Благодаря особой молекулярной структуре, PERT обладает повышенной термостойкостью и прочностью. При этом гибкость, присущая обычному полиэтилену, сохраняется, что облегчает монтаж системы. А поскольку цена на новый продукт ниже, чем на аналоги из сшитого полиэтилена, нет никаких сомнений в том, что трубы PERT/AI/PERT займут достойное место на российском рынке.

ООО «Кашира-Пласт» постоянно совершенствует технологии производства, внедряет новые современные достижения в области полимеров, благодаря этому становится ближе и удобнее для российского потребителя.

■ Конференция «Инженерные системы. Проблемы и их решения. Технологии»

Конференция «Инженерные системы. Проблемы и их решения. Технологии» пройдет 3 февраля 2010 г. в рамках выставки Aqua-Therm'2010 в МВЦ «Крокус Экспо». Мероприятие пройдет, традиционно, в партнерстве с журналом «Теплый дом». Ключевые темы конференции: технологии теплоснабжения, автономные и централизованные системы теплоснабжения, технологии энергосбережения, идеальный трубопровод, трубы и арматура, изоляционные трубные материалы, водоснабжение и водоотведение, рынок

отопительного оборудования в России, ресурсосбережение.

К участию в конференции приглашаются производители оборудования систем отопления и подачи воды; дилеры и поставщики, крупные оптовые и розничные покупатели и продавцы; проектировщики и системные интеграторы, организации и предприятия науки и промышленности.

Свое участие в конференции подтвердили: Vaillant, «Нортех Инжиниринг», Dow и другие. Еще есть возможность принять участие в конференции в качестве докладчика. Так же предлагаем рассмотреть иные формы участия: делегатское, спонсорское, собственное мероприятие в рамках выставки, распространение рекламной информации среди участников конференции и т.д.

■ WALTER MEIER

Новые пароувлажнители Walter Meier CP3mini

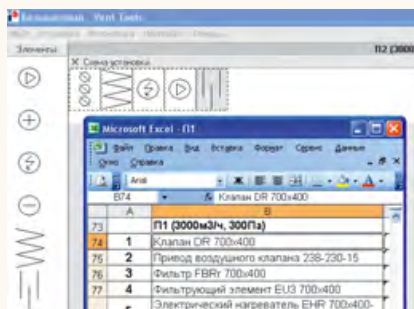
Компания Walter Meier начала поставки компактных электродных пароувлажнителей CP3mini PR и CP3mini PD производительностью 2–4 кг/ч, вышедшим на замену моделей CP2 N4 и CP2 N4.

Пароувлажнители CP3mini предназначены для увлажнения воздуха жилых или небольших административных зданий. Агрегаты могут использоваться, как для увлажнения воздуха непосредственно в помещении (CP3mini PR2 и CP3mini PR4), так и в каналах систем вентиляции и кондиционирования (CP3mini PD2 и CP3mini PD4).

CP3mini имеют полностью обновленную конструкцию, использующей все преимущества старших моделей CP3. Конфигурирование и диагностика системы CP3mini осуществляется с помощью двухканального контроллера с ЖК-дисплеем и интуитивно понятным интерфейсом. Двухканальная система управления пароувлажнителей позволяет одновременно работать с комнатным и канальным датчиками, тем самым позволяет быстро достичь требуемой влажности в помещении и одновременно исключает выпадение конденсата в приточном воздуховоде при интенсивной работе увлажнителя. Пароувлажнители CP3mini поддерживают функции: настраиваемые варианты очистки от накипи, журнал аварий, программный таймер, часы реального времени. Для работы увлажнителей используется обычная водопроводная вода. Пароувлажнители просты и безопасны в обслуживании. Благодаря тонкому компактному корпусу CP3mini легко устанавливаются в малодоступных местах.

■ «РУСКЛИМАТ»

Vent Tools — в открытом доступе



Компания «Русклимат Вент» рада сообщить своим партнерам, что закончена разработка программы подбора наборных вентиляционных систем Vent Tools. Программа Vent Tools была разработана для автоматизации процессов подбора вентиляционного оборудования и систем автоматики. Большой выбор моделей вентиляторов Shuft и расширенный ассортимент элементов автоматики Shuft, Giper, «Аэроблок-контроль» позволяют создать на базе нашего оборудования практически любую вентиляционную систему. Теперь, с появлением программы Vent Tools, подбор наборных систем прямоугольного и круглого сечения производится быстро и не требует специального инженерного образования, при этом гарантируется совместимость элементов системы. Пользователь может влиять на подбор в интерактивном режиме, сравнивая цены и характеристики предложенных моделей вентиляторов и сетевых элементов, формируя оптимальное по цене и параметрам коммерческое предложение.

Программа обладает дружелюбным и интуитивно понятным интерфейсом, элементы систем вентиляции отображаются общепринятыми условными графическими обозначениями. Данный продукт упростит работу наших партнеров, заменив манипуляции с каталогами на быстрый диалог с компьютером. Преимущества работы с программой Vent Tools: сокращение времени создания коммерческого предложения на технически сложное оборудование; снижение нагрузки на инженерные подразделения; мобильность подбора; автоматическое формирование коммерческого предложения в редактируемом файле MS Excel; исключение технических и ценовых ошибок, возможных при ручном создании коммерческого предложения; возможность выбора из предлагаемых моделей оборудования, исходя из ценовых предпочтений и технических особенностей проекта.

Прочитать более подробно о программе Vent Tools, а также скачать установочный файл можно на сайте компании «Русклимат» в разделе «Вентиляционное оборудование».

■ «Сантехкомплект»

Биметаллическая эволюция

Системам отопления в России нужна модернизация: обновление и внедрение новых, современных технологий, эволюция отопительных приборов. Компании, работающие на российском рынке отопительного оборудования, пытаются предложить потребителям радиатор, который отвечал бы жестким требованиям отечественных систем отопления, удовлетворял бы современным требованиям по дизайну и качеству и при этом оставался бы доступным по ценам.

Сначала небольшой экскурс в недавнее прошлое. Исторически наибольшей популярностью в России пользовались чугунные радиаторы. Их гегемония до поры оставалась незыблемой. Достаточно надежные, но трудно поддающиеся регулированию, низкоэффективные и тяжелые. Затем появилась альтернатива чугуну — стальные конвекторы. Они решительно ворвались в наши дома с началом их использования в капитальном строительстве, с тех пор они знакомы каждому жителю многоэтажки, а внешний вид их давно набил оскомину. Кто не проявлял чудеса фантазии, стараясь любыми средствами скрыть их в своей квартире?

А тем временем, в индивидуальных проектах последнего десятилетия уже во всю ис-



пользуется все разнообразие современных отопительных приборов. Аллюминиевые радиаторы, стальные трубчатые радиаторы, дизайн-радиаторы всевозможных размеров и конструкций и, конечно, биметаллические радиаторы. Какой же радиатор придет на смену конвектору?

Пожалуй, наиболее успешны сейчас аллюминиевые радиаторы. Красивый, современный, высокоэффективный, легко поддающийся регулированию с помощью регулирующей арматуры и термостатов, вполне конкурентоспособный по цене прибор. Но как быть с теми требованиями, которые устанавливают для теплоносителя производители аллюминиевых радиаторов? К сожалению, строгие требования к качеству теплоносителя, и в первую очередь к водородному показателю pH на уровне 7–8 единиц, не всегда выполнимы в наших системах.

И тут на первый план выходят биметаллические радиаторы. Они не столь требовательны к качеству теплоносителя за счет своей конструкции — стальные трубки внутри аллюминиевой оболочки повышают стойкость прибора по всем показателям — давлению, жесткости и, конечно, pH. Допустимый уровень pH для модели Ogint M-series — 6,5–9,5 единиц. Для сохранения индивидуальности и во избежание появления подделок, компанией «Сантехкомплект» зарегистрирована торговая марка Ogint. Модель биметаллических радиаторов Ogint M-series была представлена в 2009 г. Биметаллические радиаторы Ogint M-series легко поддаются регулированию и максимально используют все возможности секционных радиаторов в области дизайна. По эффективности теплоотдачи биметаллические радиаторы Ogint M-series могут соперничать с аллюминиевыми радиаторами, а надежность заложена в самой конструкции прибора.

Ogint M-series имеют внутри вертикальные и горизонтальные стальные трубки, которые полностью исключают контакт теплоносителя с аллюминием и обеспечивают высокие показатели по коррозионной стойкости и давлению, а также в конструкции применена специальная технология межсекционного соединения. Для присоединения радиаторов к системе используются универсальные монтажные комплекты Ogint, которые могут применяться и для других моделей аллюминиевых и биметаллических радиаторов.

Эволюция отопительных приборов продолжается, и биметаллические радиаторы становятся все более популярными, потребители по достоинству оценивают их преимущества, а модель Ogint M-series занимает достойное место в ряду радиаторов, использующих самые современные технологии.

Фото предоставлены компаниями-производителями.

ALFA LAVAL

Новый высокоэффективный теплообменник TL15-B



В конце 2009 г. компания «Альфа Лаваль» начала выпуск нового разборного пластинчатого теплообменника для систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Новые теплообменники TL15-B специально разработаны для систем с высокими коэффициентами теплоотдачи по обоим контурам — горячему и холодному, т.е. для сред с маленькой температурной «дельтой» и с большой разницей между входными и выходными температурными параметрами.

Типоразмер TL15-B является превосходным дополнением к уже существующему семейству разборных пластинчатых теплообменников «Альфа Лаваль» для систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, способный работать с маленькой температурной «дельтой»

при довольно высоком теплосъеме с аппарата из расчетного диапазона мощностей. В зависимости от типа используемых сред, допустимой потери давления и температурного режима, TL15-B может обеспечить расход жидкости до 120 кг/с. TL15-B работает по тому же принципу, что и большинство теплообменников: две разных среды протекают по чередующимся гофрированным каналам, а передача тепла осуществляется через пластины, отделяющие каналы друг от друга. TL15-B может работать с давлениями до 30 бар, он поставляется с пластинами и прокладками, выполненными из материалов, предназначенных для работы в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, включая пластины из нержавеющей стали и титана, а также уплотнения со специальными замками и индикационными отверстиями.

GROHE

Экономия денег без ущерба для комфорта

Для того, чтобы потребители без труда могли распознать, какие продукты компании Grohe помогают экономить воду и энергию, немецкий производитель поместил указанные смесители, душевые насадки и пр., выделив их в особую группу EcoJoy. С подобными устройствами пользователи могут продолжать пользоваться водой в привычном режиме, и при этом тратить значительно меньше ресурсов. Для семьи из четырех человек, проживающей в загородном доме, Grohe прогнозирует экономию до 35 000 л и 3500 кВт·ч ежегодно.

Замена арматуры не отразится на внешнем виде кухни и санузла: смесители EcoJoy выпускаются в дизайне серий Allure, Quadra, Essence, Concetto, Eurodisc, Eurostyle и Euro-smart, ручные души — Rainshower Icon, Solo, Eco, Rainshower Cosmopolitan, Relaxa Trio, Tempesta Duo, т.е. от классики до модерна, от изысканности до минимализма. Экономия с однорычажными смесителями достигается за счет поддержания стабильного протока 5,8 л/мин независимо от колебаний давления. Для гостевого санузла предусмотрена сенсорная арматура с инфракрасными датчиками, реагирующими на поднесение рук.

Производитель также предлагает термостатические смесители EcoJoy, оборудованные кнопкой «Эко», например, Grohtherm 3000. Нажатие на кнопку активирует полный проток, а в обычном режиме проток снижен в два раза. А благодаря подаче уже смешанной воды с заранее заданной температурой экономится как вода, так и энергоресурсы.

Унитаз рекомендуется оснащать бачком с двойной кнопкой для полного и частичного смыва, что помогает сократить потребление воды до 50%.



Soler & Palau

представляет
круглые канальные вентиляторы
VENT

- & рабочее колесо с загнутыми назад лопатками;
- & однофазные и трехфазные электродвигатели (IP44, класса В);
- & встроенная защита от перегрева;
- & шариковые подшипники, не требующие обслуживания;
- & девять типоразмеров, включая 355 и 400.

полная техническая информация
www.solerpalau.ru

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

БЛАГОВЕСТ
вентиляция и кондиционирование

Москва: (495)645-82-88, 645-82-89;
Санкт-Петербург: (812)227-42-79, 329-93-93;
Нижний Новгород: (831)278-49-27, 421-52-37;
Новосибирск: (383)224-19-38, 224-83-47;
Казань: (843)527-66-28;
Воронеж: (4732) 39-64-33;
Оренбург: (3532) 99-59-25;
Астрахань: (8512) 30-86-67, 30-73-74

www.blagovest.ru

■ **FRANKISCHE**

Новые push-фитинги от «Фрэнкише»

Новейшая техника соединения трубопроводов внутренних инженерных сетей от компании «Фрэнкише» это push-фитинг, который носит название alrex-plus. И это действительно так, ведь название alrex-plus говорит само за себя: еще один плюс для монтажника. Работать с push-фитингами alrex-plus просто и быстро: откалибровать диаметр трубы и снять фаску, затем вставить ее в push-фитинг до упора. Соединение готово!

Благодаря специальной конструкции push-фитинга, при разработке которой было уделено особое внимание дизайну, применение push-фитинга возможно даже в тех местах, где для производства работ места недостаточно. Фитинги alrex-plus удобно теплоизолировать, так как плавность форм позволяет без особых усилий «протаскивать» их в теплоизоляции. Удачным решением для теплоизоляции трубопровода по всему помещению является, применение push-фитингов alrex-plus с уже зарекомендовавшими себя металлопластиковыми трубами alrex-duo 16–20 мм в предварительной изоляции. Таким образом, быстрота соединения труб при помощи push-фитингов alrex-plus экономит монтажнику не только время, но и количество рабочих операций. Надежность соединения гарантируется не только качественными материалами, но также и за счет сигнального кольца, которое служит для контроля необходимой глубины вставки трубы в фитинг. Если смотровое окно фитинга после вставки в него трубы зеленого цвета, то надежное соединение трубы гарантировано.



■ **ACV INTERNATIONAL**

ACV International открыла представительство в России



excellence in hot wat



В конце 2009 г. компания ACV International (Бельгия) официально открыла торговое представительство в России. Компания ACV Int. известна в России, как производитель котельного оборудования и высокопроизводительных бойлеров косвенного нагрева из нержавеющей стали, где нагрев воды осуществляется по принципу «бак в баке».

Офис представительства и склад располагается в Москве. Основные задачи представительства — проведение технического обучения всех категорий партнеров, создание службы технической поддержки, организация работы с проектными организациями, развитие и поддержка сети сервисных центров, а также развитие сети дистрибьюторов.

■ **POLAR BEAR**

Контроллер jaNET

Компания Polar Bear рада объявить о появлении на российском рынке мощного и гибкого решения для автоматизации зданий, контроллеров серии jaNET. Он предназначен для работы в качестве SCADA в системах управления инженерной инфраструктурой зданий. Контроллер jaNET реализует функции: программируемого контроллера, сервера визуализации, системы уведомления о событиях, хранилища архивной информации. Программируемый контроллер управляет работой подключенного оборудования, причем как отдельных устройств, так и может организовать взаимодействие нескольких, подключенных к одному или более контроллерам jaNET. Также jaNET может выполнять функцию локального контроллера, для этого к нему необходимо подключить модули ввода/вывода mIO-16 или mIO-34.

Система визуализации создает web-страницы с информацией о работе оборудования, подключенного к контроллеру. Доступ к web-страницам осуществляется через локальную компьютерную сеть или Интернет одним или несколькими операторами при помощи web-браузера, установленного на компьютере оператора. Внешний вид страниц, состав отображаемой информации и элементов управления определяется при программировании контроллера jaNET.

Система уведомления о событиях передает оператору или службе эксплуатации информацию о текущих параметрах системы или о возникновении аварийных ситуаций. Уведомление осуществляется с помощью e-mail, SNMP или SMS (опция). Хранилище информации накапливает информацию о текущих параметрах системы или о возникновении аварийных ситуаций.

Контроллеры jaNET позволяют создавать распределенные системы управления и диспетчеризации, осуществлять поэтапный ввод в эксплуатацию частей системы, не нарушая ее общей работоспособности, выполнять коллективную работу над проектом и осуществлять, при необходимости, его удаленное администрирование и обслуживание. Благодаря встроенной поддержке сетевых протоколов и использованию открытых технологий jaNET удачно вписываются в уже существующие коммуникационные линии.

Контроллер jaNET поддерживает большинство стандартных протоколов и технологий передачи данных: TCP/IP, LON, BACnet, MODbus, KNX/EIB, M-bus, SMTP, SNMP, Z-wave, oBIX, RS-232, RS-485, GSM, GPRS. В целом, контроллеры jaNET — это не просто новая линейка приборов и программного обеспечения, а новый подход к построению систем управления и диспетчеризации инженерного оборудования зданий и их комплексов.



Фото предоставлены компаниями-производителями.



«СТРОЙСИБ'2010» — время завоевывать новые позиции!

Финансовый кризис затронул все отрасли промышленности, но наибольшие изменения коснулись строительного рынка. Но именно сейчас у предприятий отрасли есть возможность «заложить новый фундамент» для дальнейшей успешной работы. Кризис — то время, когда меняется организационная, экономическая, политическая ситуация на рынке, а значит, образуются новые ниши для работы, появляются замечательные перспективы для сотрудничества, возникают уникальные возможности для позиционирования предприятия. Несомненно, главным деловым событием для строительной отрасли были и остаются тематические выставки, позволяющие участникам рынка оставаться в курсе всех событий, развивать новые направления работы и подчеркивать свой статус и надежность для российских и зарубежных партнеров.

Строительный сезон в Сибирском регионе уже два десятилетия открывает международный специализированный форум «Стройсиб». На протяжении этих лет «Стройсиб» прочно удерживает позиции одного из ведущих строительных форумов как в Сибири и на Дальнем Востоке, так и по всей России.

«Стройсиб» сегодня — это событие, объединяющее в себе крупнейшие отраслевые разделы, тематические конференции, «круглые столы» и семинары, которые охватывают все направления строительной индустрии. Именно на выставке «Стройсиб» крупнейшие производители стройматериалов демонстрируют свои новинки и задают тенденции развития строительной отрасли Сибирского региона на ближайший год. По словам организаторов, несмотря на тяжелое состояние строительной отрасли в России выставка сохранила свои позиции: по количеству российских и иностранных участников это самая крупная выставка за Уралом. Несмотря на кризис, востребованность и популярность выставки остались на прежнем уровне —

уже сегодня о своем участии заявили более 400 экспонентов из России и зарубежья.

На первой строительной неделе (проходящей 2–5 февраля) будут представлены следующие тематические разделы: окна, стекло и фасады; ворота и автоматика; строительные материалы и оборудование; инструменты и крепеж. Вторая строительная неделя (16–19 февраля) включает такие разделы выставки, как: интерьер и отделка, инженерное оборудование, электрика, керамика



и сантехника, натуральный и искусственный камень, системы автоматизации зданий.

Как и в минувшие годы, на выставке «Стройсиб» широко представлена экспозиция зарубежных участников, в т.ч. строительные компании Германии и Финляндии, активно занимающиеся внешнеэкономической деятельностью. Активность иностранных компаний по отношению к нашему рынку говорит о том, что, несмотря на события, происходящие сейчас на мировой арене, сотрудничество между европейскими и сибирскими предприятиями отрасли стремительно развивается.

Деловая программа форума создана с учетом всех актуальных проблем, стоящих перед участниками рынка, также программа традиционно включает и ряд специализированных семинаров. На первую неделю выставки запланированы семинары: «Качество строительства», «Подвал: современные решения благоустройства», «Новые технологии в строительстве», «Подготовка территорий для малоэтажного строительства»; конференции: «Комплексные решения фасадов зданий» и «Энергосберегающие технологии в строительстве: материалы для теплоизоляции в Сибирском регионе»; круглый стол «Оптимизация работы строительной организации». В программе второй строительной недели — Всесибирский лакокрасочный форум, конференция «Инновационные технологии и оборудование для климатизации, тепло- и водоснабжения. Реконструкция и новое строительство», конференция «Рынок дверей Сибири». Организаторы деловой программы «Стройсипа» — администрация Новосибирской области, Союз строителей Сибири, Ассоциация строителей и инвесторов Новосибирска и Новосибирской области, компания «ITE Сибирская Ярмарка» и др. □

«Стройсип'2010»

Россия, Новосибирск,
2–5 февраля и 16–19 февраля 2010 года
Организатор: «ITE Сибирская Ярмарка»
www.stroisib.com



ISH CHINA

ISH CHINA регистрирует участников

Более тысячи квадратных метров выставочного пространства зарезервировано восемью ведущими мировыми брендами на выставку ISH China — одну из крупнейших в Китае и самую известную в индустрии теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха (HVAC). Выставка проводится раз в два года, в следующий раз она будет проходить уже 10–12 марта 2010 г. в Китайском национальном выставочном центре (Пекин). Выставка организована компанией Messe Frankfurt Co., Ltd. совместно с Китайской региональной ассоциацией отопления (CDHA) и Китайским советом по содействию международной торговле (провинция Чжэцзян). Приведем краткие сведения о самых крупных участниках ISH China.

Раздел «Сантехника» ROCA

Компания Roca со штаб-квартирой в Испании является ведущим мировым брендом сантехники. Товары Roca, распространенные в 135 странах и регионах, известны своим высоким качеством и экологичностью. Являясь лидером в области сантехники, Roca бережно относится к окружающей среде, разрабатывая встраиваемые устройства ограничения потребления для экономии воды и энергии.

VITRA

VitrA является единственным брендом, предлагающим сочетание интеллектуального дизайна с общей концепцией в каждом компоненте ванной комнаты.

Компания является частью группы компаний Turkish Eczacıbaşı. Г-н Питер Сю, IdealBath, представительство VitrA в Азии, сказал: «Компания “Мессе Франкфурт” является одним из важнейших мировых партнеров VitrA, она поддерживает нас на протяжении долгого времени».

Раздел «Отопление» A.O. SMITH WATER HEATER

Эта американская компания является частью корпорации A.O. Smith, котирующейся на Нью-Йоркской фондовой бирже. В 2008 г. объем продаж компании составил \$2,3 млрд. В компании работают более 15 350 человек на 35 объектах в семи странах. Ее водонагревательные приборы используются по всему миру, например, в сетях KFC и McDonald's.



www.worldwallpaperfree.com

www.worldwallpaperfree.com

www.worldwallpaperfree.com

FERROLI

Итальянский производитель нагревательных приборов Ferrolì инвестировал более \$72 млн в Китай, что сделало его крупнейшим зарубежным инвестором в отопительную промышленность Китая. «Участвуя в выставке в четвертый раз, мы должны признать, что за предыдущие три выставки ISH мы довольны нашими инвестициями и желаем продвигать бренд Ferrolì на новый рынок внутри Китая», — сказал г-н Джордж Чжоу, коммерческий директор Ferrolì по внутреннему национальному продукту.

GIACOMINI

Giacomini — известнейший итальянский производитель теплых полов/потолков как решений для обогрева и охлаждения. Г-н Роберто Ферраро, управляющий директор Giacomini по АТР, особо отметил: «Наша китайская команда занимается внедрением нашей передовой технологии и опыта в Китае, формированием национальных отраслевых стандартов через тесное сотрудничество с китайским правительством с целью совершенствования отопительной промышленности Китая. Мы желаем дать потребителям комфортную среду обитания и достичь здорового общества. Мы уверены, что ISH China будет для нас очередным этапом воздействия этой концепции на сознание наших клиентов».



IMMERGAS

Компания Immergas является одним из классических итальянских брендов, производящим 19 различных типов бойлеров, включая настенные водонагреватели, нацеленные на китайский рынок. Г-н Мануэль Пейс, региональный менеджер Immergas по Китаю, сказал: «Нам нужен профессионализм, соответствующий нашему имиджу, поэтому мы выбрали ISH China в качестве этапа для демонстрации на рынке Китая наших самых инновационных, удобных и конкурентоспособных товаров».

UPONOR

Ведущий мировой поставщик систем водоснабжения и обогрева/охлаждения на европейские и североамериканские рынки жилого и коммерческого домостроения. Чистые продажи Uponor за 2007 г. составили 1,2 млрд евро. Компания имеет дочерние

предприятия в 22 странах, включая 17 заводов в девяти странах и котируется на фондовой бирже Финляндии OMX Nordic Exchange. Комментируя предстоящее событие, г-н Кюбик Роберт, главный представитель Uponor в Китае, сказал: «Мы уверены, что ISH China создаст нам идеальную платформу для продвижения наших высококачественных, инновационных товаров и решений для домостроения на перспективном рынке Китая».



VISSMANN HEATING TECHNOLOGY

Группа компаний Viessmann является одним из крупнейших мировых производителей отопительного оборудования и популярным европейским брендом. Компания производит ассортимент товаров, представляющих собой перспективные отопительные системы от 1,5 до 20000 кВт, основанные на различных источниках энергии. С 1997 г. компания Viessmann предоставляет предпродажное и послепродажное обслуживание, техническую поддержку и обслуживание, а также обучение на общенациональном уровне в Китае. Д-р Хансуэли Брудерер, генеральный директор Viessmann в Китае, сказал: «Мы участвуем в ISH China в течение многих лет. Эта выставка стала нашей платформой для демонстрации преемственности, внедрения новых товаров и предоставления углубленной информации о нашем обширном ассортименте продукции. Движимый инновационностью и производительностью, на выставке 2010 г. Viessmann продолжит формировать стандарты на китайском рынке».

В дополнение к европейской отопительной промышленности и Китайской региональной ассоциации отопления, ISH China также заручилась поддержкой влиятельной Фошаньской промышленной ассоциации керамики. Фошань — это важная основа китайского производства, родина многих марок сантехники, известных на китайском рынке, а также производственная база европейских и американских брендов. □



ЮЖНОМУ АРХИТЕКТУРНО- СТРОИТЕЛЬНОВОМУ ФОРУМУ – 20 лет!

С 25 по 28 февраля 2010 г. в Краснодаре пройдет 20-й Южный архитектурно-строительный форум. Главное профессиональное событие стройиндустрии юга России в этом году отметит свой значимый юбилей. Для тысяч российских специалистов форум стал традиционным местом профессионального развития, контактов, поиска решений.



Сегодня Южный архитектурно-строительный форум — это одна из крупнейших и наиболее эффективных российских строительных выставок. Форум прошел долгий путь, прежде чем получить высокое доверие и признание профессионалов отрасли. Юбилей — это всегда важная веха, на которой надо оглянуться назад, оценить проделанную работу и взяв все лучшее из опыта, сделать качественно новый шаг вперед.

Первая строительная выставка компанией «КраснодарЭКСПО» была проведена в 1996 г. на площадке автомобильного центра «Автомир». Тогда в ней приняло участие 70 компаний. По тем временам выставка казалась огромной — площадь ее экспозиции занимала чуть больше семисот квадратных метров. Выставку посетили полторы тысячи человек. С 1998 г. и по настоящий день выставка проводится в ВЦ «КраснодарЭКСПО» — самом большом региональном выставочном центре в России.

В 2001 г. выставка получила свой первый статусный знак профессионального отличия — Знак Российского союза выставок

и ярмарок. С 2005 г. выставка вышла за границы российского пространства и получила статус «международной». С этого года она проходит в формате форума и разделена на несколько тематических выставок. За всю историю существования Южного архитектурно-строительного форума в выставках приняло участие 4730 компаний из 30 стран мира. Форум посетили более 200 тыс. человек.

Год назад ЮАСФ'2009 проходил в непростое для строителей время — разгар финансового кризиса. В отличие от многих не только российских, но и зарубежных выставок форум в Краснодаре собрал рекордное количество участников — 702 компании из пяти стран мира и 27 регионов России. Общая площадь экспозиций составила 14 тыс. м². За четыре дня работы форум посетили более 15 тыс. человек. В этом же году состоялось еще одно значимое событие — Первый Международный конгресс «Архитектура, строительство, ЖКХ — новый вектор развития». На конгрессе были подняты вопросы совместных усилий бизнеса и власти, принятия эффективных антикризисных решений.



В 2010 г. Южный архитектурно-строительный форум пройдет в двадцатый раз. Экспозиции форума традиционно займут все павильоны и открытую площадь выставочного центра — в них примут участие ведущие мировые производители из Германии, Финляндии, Сербии, Турции, России.

Новый формат форума — открытый диалог участников рынка, продолжит свое развитие. Второй международный конгресс осветит наиболее актуальные и острые вопросы, связанные с процессами выхода из кризиса, вопросами стимуляции спроса. Сессии конгресса, посвященные таким направлениям как энергоэффективность, новые тренды в строительстве, современным решениям полностью отражают название конгресса — «Архитектура. Строительство. ЖКХ — эффективные решения». Безусловно, одной из самых обсуждаемых на форуме тем станет вопрос по саморегулированию в отрасли.

В свой юбилей Южный архитектурно-строительный форум в двадцатый раз продолжает выполнять свою главную задачу — отражать действительность. □

Опыт модернизации ВНС

Важными элементами систем водоснабжения, состояние которых нуждается в безотлагательном вмешательстве, являются насосные станции. Большинство из них построены в период бурного развития промышленных объектов и роста населения в городах. При их проектировании учитывались перспективное развитие системы, небольшое количество типоразмеров насосов, низкая стоимость электроэнергии и необходимость сокращения капитальных затрат.

А.Н. КОПЫТИН, О. ЦАРИННИК

В результате на сегодняшний день общим для рассматриваемых насосных станций является:

- низкий коэффициент полезного действия насосных агрегатов;
- фактические гидравлические характеристики насосов значительно превышают необходимые для работы;
- количество насосов и их параметры не позволяют обеспечить необходимую подачу насосной станции в течение суток без дросселирования;
- отсутствие регулирования работы насосов изменением частоты вращения рабочих колес;
- низкое качество запорной арматуры (особенно обратных клапанов), благодаря чему на насосных станциях часто возникают циркуляционные потоки.

Эти недостатки приводят к избыточному потреблению электроэнергии и часто к увеличению истоков в сети. Замена неэффективного и изношенного насосного оборудования позволяет уменьшить энергопотребление как минимум на 25%. Средний срок окупаемости таких проектов составляет два-три года, а в некоторых случаях — до нескольких месяцев. Описанные в статье опыт и размышления авторов заостряют внимание на некоторых проблемах при подборе насосного оборудования и, надеясь, позволят избежать определенных ошибок и просчетов.

Выбор фирмы-производителя

Сотруднику водоканала, перед которым поставлено задание подобрать насосы с целью модернизации ВНС, несложно потеряться в предложениях насосов отечественного и импортного производства с большим разбросом цен и параметров. В первую очередь при подборе насоса следует обратить внимание на его КПД и материалы, из которых изготовлен насос. Данные по материалам и КПД, как правило, приводятся в каталогах и проспектах. Если такие данные

не приводятся, лучше не рассматривать такие насосы.

Высокое значение КПД и стойкие к коррозии материалы, используемые в конструкции насоса, являются предпосылкой долговечной работы и энергосбережения. То есть при подборе насоса следует обращать к тому производителю, который использует современные технологии и выпускает достаточно широкую номенклатуру насосов.

Следует заметить, что стоимость насоса со схожими характеристиками отечественного и иностранного производства может отличаться в несколько раз. Стоимость насоса, в основном, обусловлена материалами, использованными для его изготовления, а также качеством обработки внутренних поверхностей корпуса насоса и рабочего колеса. Благодаря этому насосы импортного производства, как правило, имеют более высокий КПД, комплектуются менее мощными электродвигателями и, при правильной эксплуатации и соблюдении требований производителя, являются более надежными. При выборе фирмы-производителя также стоит обратить внимание на гарантийные сроки и наличие у фирмы подразделений, которые могут обеспечить квалифицированное гарантийное и сервисное обслуживание, а также ремонт оборудования.

Подбор гидравлических параметров и количества насосных агрегатов

Достаточно распространенным подходом при реконструкции насосных станций является замена существующего насоса с определенными характеристиками на такой же, но с более высоким КПД. Если существующий насос обеспечивает необходимые напор и расход, то и выбранный таким же образом новый насос будет их обеспечивать, а следовательно, уменьшается вероятность ошибки, объемом строительно-монтажных работ, ко-

личество новой запорно-регулирующей арматуры, и т.д. Такой подход часто является оправданным для насосных станций, работающих из резервуара в резервуар и имеющих постоянные параметры $Q-H$ на протяжении суток и года. Конечно, при этом необходимо сначала убедиться в экономической целесообразности замены. С использованием общеизвестных правил подбора насосов, консультантами Львовского отделения института местного развития отрабатан следующий алгоритм:

Экспериментальным путем строится кривая $Q-H$ напорного трубопровода. Для этого необходимо измерить расход и давление после задвижки на напорном трубопроводе при разных режимах работы насоса, регулируя расход с помощью задвижки после насоса. Удобнее всего это можно сделать с помощью накладного ультразвукового переносного расходомера и цифрового датчика давления. При наличии стационарных приборов можно воспользоваться их показателями. В этом случае рекомендуется предварительно убедиться в их точности. Целесообразно одновременно построить кривые $Q-H$ и $Q-KПД$, поскольку в процессе эксплуатации они могут значительно отклоняться от паспортных. Для этого достаточно дополнительно измерить давление сразу после насоса и силу тока электродвигателя, поскольку напряжение в течение непродолжительного времени практически не изменяется.

На кривую напорного трубопровода наложить паспортную кривую $Q-H$ нового насоса. Для группы насосов нужно построить суммарную кривую. Найти точку пересечения обеих кривых (исходную рабочую точку).

Исходная рабочая точка должна лежать немного правее и выше, чем фактическая рабочая точка. Со временем рабочее колесо насоса будет изнашиваться, и точка пересечения кривых насоса и трубопровода сместится левее и вниз. Если в перспективе предусматривается изменение производительности насосной станции, то целесообразно подбирать насосы, производительность которых может быть изменена путем замены рабочего колеса.

Проверить, обеспечиваются ли оптимальные условия работы насоса (достигается ли желаемый КПД), при расходе, которому отвечает рабочая точка. На этом этапе целесообразно определить экономичный эффект от замены насосов — абсолютную величину эконо-

мии электроэнергии и срок окупаемости проекта. Сравнивая насосы разных марок и разных производителей, можно достичь максимальной эффективности капиталовложений.

Проверить, не развивается ли кавитация при данных гидравлических условиях. Для этого нужно сравнить допустимый кавитационный запас $\Delta h_{\text{доп}}$ (для насосов иностранного производства обозначается $NPSH_R$) насоса с кавитационным запасом системы $\Delta h_{\text{сист}}$ ($NPSH_A$).

Пренебрежение этим фактором может привести к значительному снижению производительности, КПД и преждевременного выхода насоса из строя. Тем не менее, существуют примеры, когда при подборе насосов на эту величину не обращают внимания или путают ее с допустимой высотой всасывания. Допустимый кавитационный запас системы вычисляется по формуле:

$$\Delta h_{\text{сист}} = NPSH_A = \frac{p_{\text{атм}} - p_{\text{н.п.}}}{\rho g} \pm H_S - \sum h_{\text{вс}},$$

где $p_{\text{атм}}$ — абсолютное атмосферное давление, приблизительно равное 0,1 МПа = 10^5 Па; $p_{\text{н.п.}}$ — давление насыщенных паров водяного пара, при $t = 20^\circ\text{C}$ — $p_{\text{н.п.}} \approx 104$ Па; ρ — плотность воды, при $t = 20^\circ\text{C}$ $\rho = 998,2$ кг/м³; $g = 9,81$ м/с² — ускорение свободного падения; H_S — минимальное давление со стороны всасывания (берется со знаком «+») или минимальная необходимая высота всасывания (берется со знаком «-»), м; $\sum h_{\text{вс}}$ — сумма потерь напора со стороны всасывания, состоящая из потерь напора по длине всасывающей линии и сумм местных сопротивлений (колен, обратных клапанов, задвижек и т.д.).

Поэтому длина всасывающих линий должна быть по возможности минимальной и соответствующего диаметра, следует избегать лишних поворотов и нефункциональной арматуры. Подставив известные числовые значения:

$$\Delta h_{\text{сист}} = NPSH_A = 9,2 \pm H_S - \sum h_{\text{вс}}.$$

Условие обеспечения бескавитационной работы во всем диапазоне расходов (как минимум):

$$\Delta h_{\text{доп}} \leq \Delta h_{\text{сист}} \text{ или } NPSH_R \leq NPSH_A.$$

Для повышения надежности работы насоса расчетную величину напора со стороны всасывания увеличивают на 1,5 м, что эквивалентно уменьшению $\Delta h_{\text{сист}}$ на эту же величину.

Величина $\Delta h_{\text{доп}}$ или $NPSH_R$ указывается производителем насосов.

Пользуясь известными из курса теории насосов зависимостями, заметим, что меньшему значению кавитационного запаса отвечает большая высота всасывания и, наоборот, большему значению кавитационного запаса — меньшая высота всасывания. Учитывая сравнительно высокую стоимость импортных насосов, у эксплуатационников очень часто возникает желание приобрести самые дешевые насосы, как правило, с высоким $NPSH$. То есть, сознательно подбираются насосы с малой высотой всасывания, после чего возникают проблемы с кавитацией или резким падением давлений на напорном трубопроводе. Такого типа насосы могут использоваться только для подкачек или в условиях стабильного и высокого подпора.

Стоит заметить, что с увеличением высоты всасывания или уменьшения $NPSH_R$, цены на насосы резко увеличиваются. Применение вышеописанного подхода при подборе насосов часто делает невозможным получение максимального эффекта от замены насосов для насосных станций, которые работают на сеть. Действительно, подавляющее большинство насосных станций имеют по четыре-шесть мощных насосных агрегатов, из которых лишь один-два постоянно работают и часто дросселируются задвижками. При замене рабочих насосов «один в один» такая же судьба постигнет и новые насосы. Кроме этого, уменьшается гибкость при эксплуатации насосной станции, не учитывается тенденция к уменьшению водопотребления населением, которое в будущем может нивелировать эффект замены.

Потому рекомендуется подбирать насосы не по одной рабочей точке (в максимальный час), а на основе суточного графика подачи воды насосной станцией. Измерение суммарной производительности насосной станции и давления на выходе необходимо производить в течение нескольких суток, при этом желательно захватить сутки максимального и минимального водоснабжения. Кроме этого, во время измерений стоит проверить, нужно ли поддерживать заданные значения давлений на выходе из насосной станции. Использование для подбора насосов только отчетных данных водоканала или записей машинистов насосных станций часто приводит к грубым просчетам и напрасному расходованию средств!

На насосных станциях, которые работают из резервуара в резервуар, как

правило, устанавливают один-два новых рабочих насоса. В качестве резервных насосов могут использоваться существующие старые насосы. Для насосных станций, которые работают на сеть, для обеспечения суммарного необходимого расхода целесообразно устанавливать максимально возможное количество рабочих насосов (это не касается насосных станций подкачки). Это позволит, во-первых, обеспечить максимальную гибкость и надежность в эксплуатации, во-вторых, может уменьшить общую стоимость насосного оборудования и оборудования для регулирования расхода, если такое планируется устанавливать. Эффективность подобранного оборудования следует оценивать уже не по КПД в рабочей точке, а по средней величине удельного потребления электроэнергии [(кВт·ч)/м³] на протяжении суток. Заметим при этом, что меньшие насосы, как правило, имеют более низкий КПД, однако при большом их количестве за счет включения-выключения отдельных агрегатов может достигаться большая экономия электроэнергии, чем при работе большого насоса с большим КПД на прикрытую задвижку.

При подборе насосов для работы на сеть, при прочих равных условиях, следует отдавать предпочтение насосам с максимально пологой кривой $Q-H$. Конечно, должно выполняться условие $NPSH_R \leq NPSH_A$.

После того, как теоретический подбор насосов выполнен, строят кривую их совместной работы. На данном этапе целесообразно смоделировать проектный режим работы насосной станции, используя существующее насосное оборудование, и убедиться, что при проектном расходе обеспечивается достаточное давление в системе, отсутствуют жалобы потребителей и т.д. Дополнительную экономию электроэнергии можно получить, оборудовав насосную станцию, работающую на сеть, оборудованием регулирования по давлению. При достаточно большом количестве насосов (четыре-шесть) такую регулировку можно осуществить путем ступенчатого автоматического включения-выключения насосов для поддержки заданного давления на выходе из насосной станции. Если ступенчатое включение-выключение не дает желаемого результата, как это бывает при меньшем количестве насосов, один из насосов оборудуют устройством для регулирования количества оборотов электродвигателя

(ПЧР). Ввиду высокой стоимости таких устройств, следует предварительно оценить экономическую целесообразность их установки.

Ввиду высокой стоимости таких устройств, следует предварительно оценить экономическую целесообразность их установки. Для повышения надежности работы насосной станции и равномерного износа насосных агрегатов стоит рассмотреть также возможность оборудования группы насосов автоматикой для обеспечения равномерности времени, отработанного каждым отдельным насосом. Следует, однако, заметить, что подобная автоматика иностранного производства, как правило, чувствительна к качеству энергоснабжения. Внезапные перебои питания, перепады напряжения быстро выводят ее из строя, что в свою очередь, приводит к перебоям в водоснабжении и удорожают эксплуатацию.

Для уменьшения стоимости реконструкции, водоканалы при замене насосов пытаются выполнить максимум монтажных работ собственными силами. Собственными силами разрабатывается проектная документация на обвязку. В худшем случае она выполняется без проекта «на месте». Типичные ошибки, которые встречаются при этом: зауженные диаметры всасывающих трубопроводов, недостаточное расстояние для нормальной работы обратных клапанов, образования воздушных мешков во всасывающих трубопроводах из-за отсутствия подъема к насосу, ошибки в расположении насосов по высоте. Это делает невозможной работу насосов в нормальном режиме, уменьшает их КПД, приводит к преждевременному износу в результате кавитации. Для предупреждения этих негативных явлений желательно заключать контракты на замену насосов под ключ, а если такой возможности нет — по крайней мере заказать проект на реконструкцию у специализированной организации.

Еще одно замечание касается случая, когда на поставку насосов и выполнение работ по их монтажу объявляется тендер. Здесь следует особенно тщательным образом подойти к разработке тендерной документации, в частности технических спецификаций. Не стоит перенасыщать спецификации лишними деталями — это уменьшает число участников торгов и приводит к подорожанию тендерных предложений. По нашему мнению, не целесообразно также ограничи-

вать потенциального подрядчика в количестве насосных агрегатов — достаточно указать суммарную производительность и давление на выходе из насосной станции, а также минимально необходимое количество рабочих и резервных насосных агрегатов, как этого требует СНиП. Конечно, производительность и давление должны быть определены на основе тщательного анализа системы и тенденций водопотребления, а также результатов измерений. Вместе с тем, спецификации должны обязательно содержать требование к минимальному КПД насосных агрегатов, а одним из критериев оценки тендерного предложения должна быть эксплуатационная стоимость предлагаемого насосного оборудования, а не только цена предложения.

Выводы

Безусловно, импортные насосы более функциональны, энергоэкономичны и малогабаритны. Известные фирмы представляют широкий спектр насосов и вспомогательного оборудования, которое улучшает условия эксплуатации. Но, учитывая сравнительно высокие цены, очень важно не ошибиться при выборе соответствующего насоса. Основные критерии при подборе насосов:

- КПД и материалы, из которых изготовлен насос;
- необходимые производительность и давление;
- обязательной является проверка всасывающих свойств насоса;
- гидравлические параметры нового насосного оборудования нужно опреде-

лять на основе измерений фактической производительности насосных станций — при определении необходимого давления нужно проверить целесообразность поддержки заданного давления на выходе из насосной станции, который часто бывает завышенным.

При определении количества насосных агрегатов нужно учитывать условия обеспечения минимального энергопотребления на протяжении суток и гибкости в эксплуатации, а также возможные изменения (как правило, уменьшение) водопотребления в течение периода эксплуатации насосов.

На насосных станциях, которые работают на сеть, необходимо оборудование для регулировки работы «по давлению». Экономическая целесообразность использования такого оборудования должна быть проверена расчетом.

Крайне нежелательно планировать параллельную работу новых импортных насосов со старыми отечественными.

Необходимо учитывать чувствительность электроники, которая используется в регуляторах частоты и устройствах плавного пуска, к перепадам напряжения. Стоимость замены электронных блоков может быть значительной.

Данный обзор не может претендовать на исключительную полноту. На рынке есть целый ряд производителей, насосное оборудование которых с успехом используется в водоканалах.

Тем не менее, мы надеемся, что эта статья сможет помочь при выборе насосов и избежать некоторых характерных ошибок. ■



фото компании-производителя

Viega Pexfit Pro

Надежная система с широкими возможностями.

Во всем мире профессионалы выбирают пресс-системы Viega. Made in Germany.

Наконец появилась система, полностью соответствующая Вашим требованиям: трубы Pexfit Pro стали такими же гибкими, как Вы этого хотите, такими же долговечными и надежными – как Вы ожидаете.



Надежная трубопроводная система Pexfit Pro состоит из хорошо зарекомендовавших себя РЕ-Хс труб в сочетании с новыми пресс-фитингами Viega из полифенилсульфона (PPSU) или бронзовыми пресс-фитингами. В дополнение к стандартным размерам, добавлены пресс-фитинги диаметром 14 и 18 мм. Фитинги всех диаметров с контуром безопасности SC Contur.

Трубы Pexfit Pro от Viega состоят из следующих слоёв: внутренний слой трубы – сшитый полиэтилен РЕ-Хс, адгезионно-клеевой слой, слой алюминиевой фольги, сваренный между собой встык, адгезионно-клеевой слой, внешняя РЕХ оболочка белого цвета. Наряду с высокой устойчивостью к температурам и давлению технология физической сшивки полиэтилена, а также многослойная конструкция трубы гарантируют длительный срок эксплуатации.

Труба Pexfit Pro соединяет в себе оптимальное удобство монтажа и высокую стабильность формы. Это существенно облегчает работу в условиях недостатка пространства и позволяет экономить время и материал. Оптимальная толщина слоя алюминиевой фольги, сваренной лазером встык, минимизирует линейное расширение трубы, исключает диффузию кислорода между слоями и гарантирует высокую стабильность формы трубы, а также высокое качество соединений и устойчивость системы к нагрузкам.

Опрессовка с гарантией надежности Viega. Система Pexfit Pro основывается на проверенной технологии пресс-соединений Viega. Ее превосходство проявляется как в простом процессе монтажа, так и в единственно оригинальном контуре безопасности SC-Contur с типоразмерами фитингов из PPSU и бронзы диаметром от 14 до 63 мм.



Соединения выявляются в результате нагнетания давления в трубопроводах в пределах от 1 бар до 6,5 бар по визуальным признакам протечки воды через них или по падению давления на контрольном манометре. Наряду с гидравлическим способом проведения испытаний для различного рода систем возможно проведение более гигиеничных пневматических испытаний на герметичность с применением в качестве среды сжатого воздуха или инертных газов.



Гибкие решения вдвойне. Система Pexfit Pro давно доказала свою эффективность при поэтажной разводке. Но и при монтаже стояков возможности системы имеют большое значение, например, при наличии в зданиях узких шахт. Поэтому в программу включены также трубы и пресс-фитинги диаметром по 63 мм – оптимальные для большой пропускной способности.



Кроме того, компания Viega предлагает Вам 2 вида труб на выбор – армированная алюминиевой фольгой Pexfit Pro или гибкая Pexfit Pro Plus. Последняя отличается внутренним антидиффузионным барьером из EVOH и доступна в двух вариантах: в защитной трубе или без нее.

Трубы Pexfit Pro Plus производятся двух размеров, с диаметром 16 и 20 мм. Но возможен и смешанный монтаж совместно с трубами Pexfit Pro имеющими одинаковый диаметр, т.к. для обеих систем труб применяются одинаковые пресс-фитинги.


Системные соединения Viega. При необходимости соединения различных материалов, таких как медь, бронза, нержавеющая сталь или полимеры, требуется практическое воплощение поставленных задач. В данном случае многообразие пресс-переходников Pexfit Pro с контуром безопасности SC-contur делает возможным быстрое и легкое соединение с металлическими трубными системами. Никогда раньше соединения Profipress, Prestabo, Sanpress, Sanpress Inox с металло-полимерными системами Viega не были так легко выполнимы. Теперь и далее свобода выбора из различных материалов ничем не ограничена.

Большой ассортимент фитингов Viega с контуром безопасности SC-contur для систем тепло- и водоснабжения гарантирует надежность и безопасность системы, а также соответствует самым жестким требованиям нормативов.



Монтажные консоли Pexfit Pro предназначены для скрытого подключения воды к настенным модулям для навесной сантехники. Межцентровой присоединительный диапазон варьируется в пределах от 80 до 200 мм. Шумоглушающие вставки из высококачественных полимеров обеспечивают необходимую звукоизоляцию мест присоединения и гарантируют оптимальный комфорт при эксплуатации системы в будущем. Когда рабочего пространства для монтажа мало, системы Pexfit Pro и Pexfit Pro Plus пресс-соединения ускоряют процесс, а устойчивые к коррозии коллекторы из PPSU обеспечивают гигиеничность и безопасность.





Viega Pexfit Pro
Надежная система с широкими
возможностями. Made in Germany.

Адрес российского представительства: Москва, Варшавское ш., д. 42, офис 3242
Тел/факс: (495) 961-02-67, e-mail: info-mos@viega.de www.viega.ru www.viega.com



Труба РЕ-Хс



Фитинг



Переходник



Поведение трубопроводов из РЕХ в хлорированной воде

С 2005 г. в стране действует российский свод правил СП 41-109-2005 «Проектирование и монтаж внутренних систем водоснабжения и отопления зданий с использованием труб из сшитого полиэтилена», основным разработчиком которого является «Научно-исследовательский институт московского строительства» (ГУП «НИИМосстрой»).

А.А. ОТСТАВНОВ, к.т.н., ведущий научный сотрудник; В.А. УСТЮГОВ, к.т.н., директор ГУП «НИИ Мосстрой»; О.В. УСТЮГОВА, генеральный директор НПО «Стройполимер»

Трубы из сшитого полиэтилена применяются за рубежом многие десятилетия для устройства внутренних напорных систем водоснабжения и отопления [1, 2]. С полным основанием можно утверждать, что в эксплуатации уже весьма длительное время, в т.ч. и в России, находятся сотни километров труб из сшитого полиэтилена. При этом нигде в широкой печати не обсуждаются крупные аварийные ситуации, которые бы связывались непосредственно с этими трубами. Тем не менее, до сих пор задаются вопросы о том, трубы из полиэтилена какого способа сшивки лучше применять, а также вопросы, касающиеся некоторых свойств труб из сшитого полиэтилена, например, их отношения к хлорированной воде [3].

Для того, чтобы вода могла быть пригодной для питья, она обрабатывается дезинфицирующим средством — хлором. Известно, что хлор является сильным окислителем даже в сравнительно небольших количествах, используемых для обработки питьевой воды. Вода, содержащая хлор, всегда оказывает негативное воздействие на срок службы труб из почти всех материалов в трубопроводных системах для подачи воды в здания, как новых, так и традиционных. Базовый полимер РЕХ, как и другие полиолефины (полипропилен, полибутен и др.), без каких-либо добавок не обладает достаточной сопротивляемостью окислению и окисляется в присутствии обычной хлорированной питьевой воды. По этой причине все производители РЕХ применяют специальные добавки, содержащие антиоксиданты, которые служат для защиты РЕХ-полимера от окисления. В результате ускоренных испытаний на определение срока служ-

бы труб из сшитого полиэтилена выявлены композиции, которые способны длительное время сохранять хорошие характеристики в среде хлорированной питьевой воды.

В этой связи американскими учеными проведены специальные исследования [4]. Испытывались образцы РЕХ-труб в питьевой воде с четырьмя уровнями содержания в ней хлора (табл. 1).

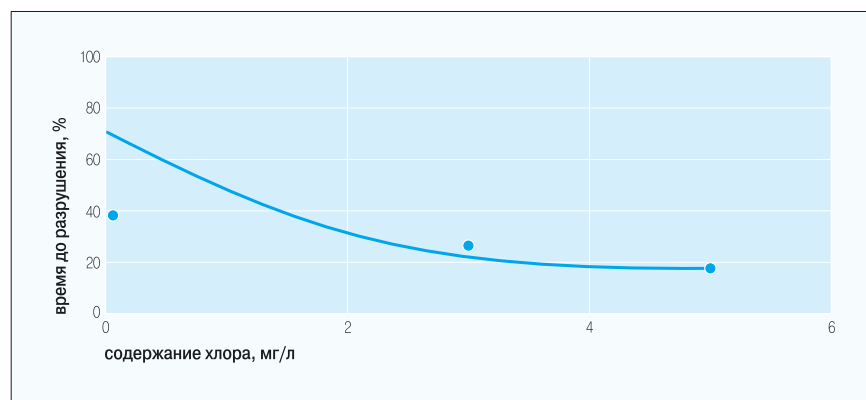


Рис. 1. Зависимость времени разрушения образцов из сшитого полиэтилена от содержания хлора в воде

Показатели испытаний [4] труб из сшитого полиэтилена на воздействие хлора

табл. 1

Опыт	Испытательная среда — питьевая вода с				Время до разрушения, %
	содержанием хлора, мг/л	ORP	pH	t, °C	
1	0	430	6,5	115	100
2	0,1	715			37
3	3	873			24
4	5	887			18

Возможный срок службы трубопроводов из труб из сшитого полиэтилена

табл. 2

Стандарт	Срок службы, лет		Температура воды, °C (в течение срока эксплуатации, %)
	без учета коэффициента запаса	с учетом коэффициента запаса	
NSF P171-C1-ID	80	40	60 (25) и 23 (75)
NSF P171-C1-R	80	40	60 (100)
ASTM F2023/ F876	50	—	60 (25) и 23 (75)

Показатель *ORP* (Oxidation Reduction Potential) — это окислительно-восстановительный потенциал [мВ], характеризующий окислительную способность среды. Показатель непосредственно связан с концентрацией, активностью и крепостью окислительного средства: чем выше окислительная способность или агрессивность раствора, тем больше *ORP*. Во всех испытаниях использовалась пресная хлорированная вода с показателем *pH* = 6,5. Для ускорения разрушения труб испытания проводились при температуре 115 °C.

Испытания показали, что концентрация хлора в воде существенно влияет на прочность труб из сшитого полиэтилена (табл. 1, последний столбец). Результаты испытаний убедили в том, что хлорированная вода существенно ускоряет хрупкое разрушение РЕХ-труб (рис. 1), причем высокое содержание хлора в воде, например, 5 мг/л, снижает время до разрушения по сравнению с вариантом «вода без хлора» примерно в 5,5 раз.

Эти исследования убедили экспертов еще раз в том, что необходимо применять композиции РЕХ, параме-

тры которых задаются с учетом конкретного применения, например, с учетом требований американских стандартов NSF и ASTM, касающихся устойчивости РЕХ-труб к хлору. Американскими учеными были также испытаны [4] серийно производимые РЕХ-трубы (ASTM F 876/F 877), которые, по данным изготовителей, обладает повышенной устойчивостью к хлору и предназначены для использования в сетях подачи горячей и холодной питьевой воды.

Испытания [4] проводились на отрезках труб длиной около 400 мм согласно протоколу NSF P171 и стандарту ASTM F2023, при восьми различных наборах температуры и давления. По трубам из сшитого полиэтилена непрерывно пропускали при постоянном внутреннем давлении p воду с показателем $pH = 6,8$, содержанием хлора 4,3 мг/л и окислительно-восстановительным потенциалом (ORP) 860 мВ. За испытаниями велось непрерывное наблюдение, регулярно производились контроль температуры, давления, содержания хлора и значения pH . Разрушение образцов труб фиксировалось компьютером при любой утечке воды сквозь стенку трубы путем контроля и регистрации показаний датчиков влажности в испытательных камерах с горячим воздухом. Во время испытаний образцы труб периодически вынимались для отслеживания хода процесса разрушения. В результате испытаний было выявлено 16 точек разрушения. Последующая экстраполяция результатов экспериментов на реальные условия (60°C , $p = 6$ МПа) для системы с постоянной рециркуляцией горячей воды (наихудший вариант для труб) позволила принять срок службы горячего трубопровода из РЕХ, равный 93 годам! Такая оценка срока службы горячего трубопровода из РЕХ-трубы основана на результатах испытаний в условиях применения воды с высоким содержанием хлора (высокой разъедающей способностью). В реальных водопроводах содержание хлора значительно меньше. Следовательно, при правильном выборе показателей РЕХ-труб можно рассчитывать на высокий срок их службы в питьевых водопроводах (табл. 2).

К сожалению, в работе американских исследователей не указывается, о трубах с каким способом сшивки полиэтилена идет речь. А ведь от способа сшивки полиэтилена во многом зависят свойства труб, применяемых во внутренних напорных трубопроводах [5].

■ Данные ДСК-анализа сшитого ПЭНД

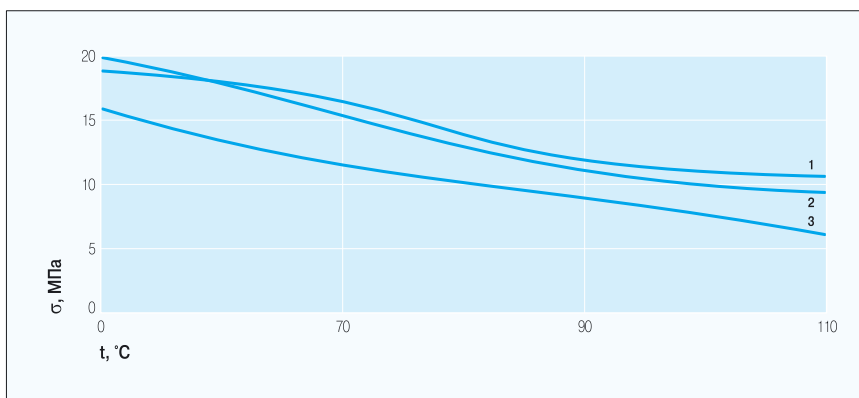
табл. 3

Полиэтилен	Температура начала размягчения, °С	Температура размягчения, °С	Температура начала окислительной деструкции, °С	Степень кристалличности, %
РЕХ-а	85	126	241	50
РЕХ-б	92	126	254	51
РЕХ-с	87	123	231	51

■ Структурные параметры сетки по данным набухания сшитого ПЭ

табл. 4

Полиэтилен	Степень набухания, %	Степень сшивки, %	M_c , г/моль	N_c (см ³) 1×10^{20}
РЕХ-а	30,8	83	576	10
РЕХ-б	28,1	68	415	13
РЕХ-с	37,3	78	1313	4



■ Рис. 2. Кратковременная прочность образцов при различных температурах растяжения (1 — РЕХ-а, 2 — РЕХ-б, 3 — РЕХ-с)

Метод сшивания ПЭ оказывает существенное влияние на степень кристалличности, природу сцепных связей, плотность упаковки в аморфных зонах ПЭ и, соответственно, на весь комплекс физико-механических и релаксационных свойств [6]. Для всех сшитых полиэтиленов — пероксидный (РЕХ-а), силанольный (РЕХ-б) или радиационный (РЕХ-с) — степень кристалличности примерно одинакова (табл. 3).

Для РЕХ-б начало плавления смещается в область более высоких температур, что характерно для разветвленных полимеров, образующихся на стадии прививки ненасыщенного силана к ПЭ. Заметные различия наблюдаются в температурах начала термоокислительной деструкции. Максимальная термостойкость характерна для силанольно-сшитого полиэтилена (РЕХ-б). Температура начала окисления на 10 и 20 °С выше по сравнению с пероксидно- и радиационно-сшитым ПЭ, соответственно. Структурными параметрами, определяющими свойства сшитых полимеров, являются: плотность поперечных связей или длина молекулярных цепей между узлами сетки; химический состав и распределение поперечных связей; исходная молекулярная масса полимера;

структура полимерной цепи, входящая в сетку (табл. 4).

Степень сшивки выше у пероксидно-сшитого ПЭ (примерно на 20%), чем у силанольно- и радиационно-сшитого полимера. Большая плотность сетки наблюдается для РЕХ-б — примерно на 30% выше, чем у РЕХ-а и в три раза выше, чем у РЕХ-с, несмотря на самые низкие значения гель-фракции. Повышение плотности сетки приводит к уменьшению газопроницаемости в результате снижения гибкости цепных молекул и обеднения конфигурационного набора, влияющих на энтропию активации диффузионного переноса, повышает химическую стойкость полимера и его прочность.

Полиэтилены, сшитые различными способами, имеют различные деформационно-прочностные показатели. Значения прочности при разрыве образцов силанольно- и пероксидно-сшитого ПЭ (РЕХ-б и РЕХ-а) примерно одинаковы (рис. 2).

Практически идентично изменяется также прочность образцов из этих полимеров с ростом температуры. Прочность при повышении температуры от 20 до 110 °С снижается примерно в два раза для всех образцов. Прочность

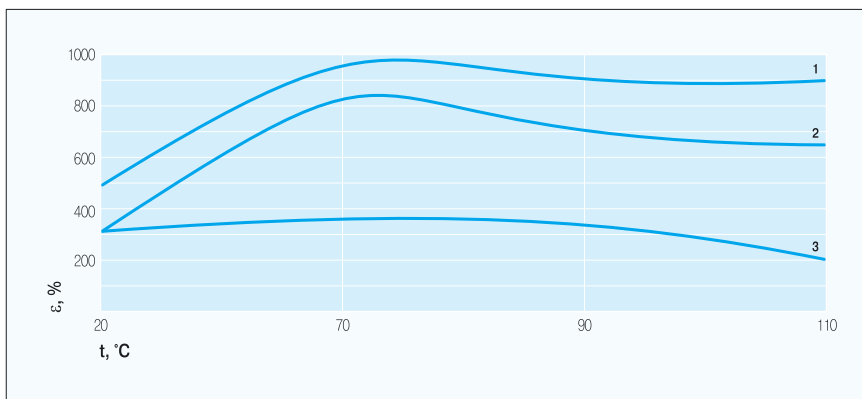


Рис. 3. Зависимость относительного удлинения образцов при разрыве от температуры испытания (1 — РЕХ-с, 2 — РЕХ-а, 3 — РЕХ-б)

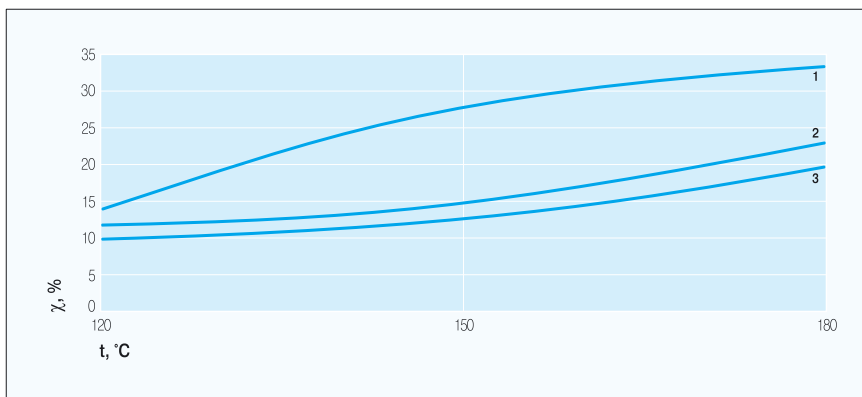


Рис. 4. Ползучесть образцов под нагрузкой при различных температурах (1 — РЕХ-с, 2 — РЕХ-б, 3 — РЕХ-а)

Напряжения для сшитых различными способами полиэтиленов

табл. 5

Полиэтилен	Напряжения [МПа/с] для достижения 40% деформации и время [с] установления равновесного напряжения (≈ 40%) при температуре		
	70 °C	90 °C	110 °C
РЕХ-а	9,8 МПа/с за 106 с	9,5 МПа/с за 102 с	6,1 МПа/с за 91 с
РЕХ-б	12,7 МПа/с за 124 с	9,6 МПа/с за 101 с	6,6 МПа/с за 59 с
РЕХ-с	8,6 МПа/с за 97 с	6,6 МПа/с за 81 с	6,4 МПа/с за 59 с

при разрыве образцов РЕХ-а и РЕХ-б при комнатной температуре по сравнению с РЕХ-с выше примерно на 20%. При всех температурах испытания прочность образцов ниже для радиационно-сшитого ПЭ. Повышенная прочность при разрыве образцов РЕХ-а по сравнению с РЕХ-б, связанная с ориентацией макромолекул в процессе растяжения, приводит к замедлению релаксационных процессов и накоплению остаточных деформаций, что, безусловно, может сокращать срок службы готового изделия — трубопровода систем холодного и горячего водоснабжения, отопления. Более того, данное свойство сопряжено с возможным снижением способности воспринимать пиковые нагрузки.

Величина относительного удлинения наименьшая для РЕХ-б мало изменяется с ростом температуры (рис. 3).

Для образцов РЕХ-а и РЕХ-с наблюдается рост удлинения при повышении температуры до 70 °C, а затем эластичность мало меняется вплоть до 110 °C, причем деформация образцов РЕХ-а и РЕХ-с при комнатной температуре значительно выше, чем РЕХ-б. Отличительной особенностью пероксидно- и радиационно-сшитого полиэтиленов является резкое повышение деформируемости уже при 70 °C, тогда как для силанольно-сшитого ПЭ наблюдаются стабильные характеристики этого показателя в интервале температур 20–110 °C.

Ползучесть полиэтиленов под нагрузкой при различных температурах носит также различный характер (рис. 4).

Образцы РЕХ-а и РЕХ-б обладают примерно одинаковой ползучестью под нагрузкой, которая мало изменяется в интервале температур 120–150 °C;

при 180 °C наблюдается рост удлинения примерно в 1,5 раза. Значения ползучести образцов РЕХ-с в 1,6 раза выше при 180 °C, чем для образцов РЕХ-а и РЕХ-б; резкий ее рост наблюдается уже при 150 °C. По прочностным показателям и деформационной теплостойкости образцы из труб РЕХ-б и РЕХ-а имеют близкие значения. Самыми низкими показателями характеризуются трубы из РЕХ-с.

Длительная прочность σ [МПа] труб из полиэтилена любого способа сшивки не должна быть меньше величины, получаемой по формуле ГОСТ Р 52134–2003 «Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления», представляемой в преобразованном виде:

$$\sigma = 10 \frac{57895,49}{t} - \ln(\tau) - 105,8518}{\frac{18506,15}{t} + 24,7997},$$

где t — температура, К; τ — время, ч.

Долговечность труб существенно зависит от уровня остаточных напряжений в готовых изделиях, которые определяют скорость протекания релаксационных процессов. В растянутом образце при релаксации напряжений происходит перегруппировка структурных элементов, скорость которой увеличивается с повышением температуры. Требуются различные напряжения и время при деформировании на одну и ту же величину при одной и той же температуре образцов из полиэтилена, сшитого различными способами (табл. 5).

Меньшие усилия деформирования требуются для радиационно-сшитого ПЭ (РЕХ-с) при всех температурах. Это свидетельствует о меньшей плотности сшивки и большей подвижности макроцепей в межузловом пространстве. Для РЕХ-б при 70 °C усилия деформирования значительно превышают необходимые для растяжения РЕХ-а и РЕХ-с, что свидетельствует о прочности структурной сетки ПЭ. Большие значения усилия растяжения при одинаковой величине деформации сохраняются для РЕХ-б и при других температурах. Резкое ускорение протекания релаксационных процессов при 110 °C связано не только с повышением подвижности структурных единиц для всех образцов, но и с плавлением части полимера, не вошедшего в структурную сетку. Скорость релаксации напряжений выше для РЕХ-б. Это, вероятно, определяется меньшей степенью сшивки (68%) по сравнению

с РЕХ-а и РЕХ-с (83 % и 78 % соответственно) и особенностями межмолекулярных связей в силанольно-сшитом полиэтилене. Более низкие скорости релаксации наблюдаются для пероксидно-сшитого ПЭ, что, вероятно, объясняется большей степенью сшивки данного полимера при высокой плотности структурной сетки.

На физико-химические и технические свойства также влияет и взаимодействие макромолекул за счет водородных связей, возникающих в полимере вследствие наличия полярных групп и активных атомов, а также образование ассоциатов в результате взаимодействия самих поперечных связей. Это в первую очередь характерно для силанольно-сшитого полимера, где имеется большое число силанольных групп, способных образовывать дополнительные узлы зацепления в аморфных областях, повышающие плотность структурной сетки (которая на 30 % больше, чем при пероксидном, и в 2,5 раза — чем при радиационном сшивании) и уменьшающие деформируемость при высоких температурах. Силанольно-сшитый полиэтилен, в отличие от радиационного и пероксидного, сохраняет способность к образованию новых связей в результате разрыва существующих в процессе эксплуатации.

Радиационно-сшитый полиэтилен имеет меньшие показатели плотности сшивки и, соответственно, наиболее низкие прочностные характеристики, резко снижающиеся с ростом температуры. Его деформируемость, в частности, в два раза ниже уже при 70 °С. Образцы обладают вдвое большей ползучестью под нагрузкой при температурах 120–180 °С по сравнению с полиэтиленами, сшитыми другими способами. Перекисно- и силанольно-сшитый полиэтилены обладают близкими значениями деформационной теплостойкости и прочности, однако РЕХ-а имеет значительную деформируемость уже при 70 °С (величина относительного удлинения возрастает более чем в 2,5 раза), в то время как для образцов РЕХ-в величина относительного удлинения практически сохраняется постоянной вплоть до 90 °С, а затем даже снижается.

Стендовые испытания [6] труб из сшитых полиэтиленов показывают некоторое преимущество силанольно-сшивания. Так, при температуре испытания 90 °С для труб диаметром 25 мм и длиной 400 мм давление разрушения труб из РЕХ-а, РЕХ-в и РЕХ-с составило 1,72; 2,28 и 1,55 МПа, соответственно.

Что касается влияния хлорированной воды на трубы из сшитого полиэтилена, то в последнее время российские ученые осуществили экспериментальные исследования на трубах РЕХ-а [7].

Испытания проводились на серийных трубах, изготовленных из ПЭ Lupro-len 5261 Z Q456 (Basell Polyolefins) по стандартной рецептуре, включающей смесь пероксида, антиоксидантов и светостабилизатора (изделия ЗАО «АНД Газтрубпласт»): 1-й образец — диаметр 75 мм и толщина стенки 4,6 мм, 2-й образец — диаметр 20 мм и толщина стенки 3 мм. Образцы труб 1 и 2 подвергали термообработке в дистиллированной воде, а также в растворах гипохлорита натрия в дистиллированной воде с концентрациями 1,5; 3; 15 и 30 мг/л при температуре 80 °С. Экспозиции составляли от 0 до 60 суток. Замену растворов осуществляли каждые 10 суток (для



КАЧЕСТВО СКРЫТО В ДЕТАЛЯХ... НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ RAUTITAN

Благодаря высококачественным трубам из сшитого полиэтилена РЕ-Ха и сверхнадежной технике соединения на подвижной гильзе, трубопроводная система RAUTITAN во многих странах стала образцом надежности для трубопроводных систем.

Мы продолжаем тщательно продумывать и совершенствовать каждый компонент наших систем:



- универсальные трубы и фитинги для водоснабжения и отопления Дн 16-63;
- трубы: RAUTITAN flex — из сшитого полиэтилена, RAUTITAN stabil — металлополимерная труба;
- техника соединения на подвижной гильзе;
- широкий ассортимент компонентов;
- быстрый и безошибочный монтаж;
- долговечность 50 лет.

ЖДЕМ ВАС НА ВЫСТАВКЕ AQUA-THERM'2010
ВЕДЬ КАЧЕСТВО СКРЫТО В ДЕТАЛЯХ!

■ Изменение индукционного периода окисления ИПО труб РЕХ-а

табл. 6

Время экспозиции, сут.	ИПО при 210 °С [мин], в дистиллированной воде с NaClO [мг/л]		
	0	15	30
0	27,3	27,3	27,3
10	24,4	20,5	27,6
15	23,9	23,9	19,6
30	19,6	20,4	17,5
45	18,8	19,4	16,3
60	18,5	12,7	12,4

поддержания постоянной концентрации активного хлора). После термообработки для проведения дальнейших исследований с поверхности образцов делались срезы толщиной 0,5 мм.

Образцы испытывались на термоокислительную стабильность следующими методами:

□ индукционного периода окисления (ИПО) в соответствии с [23] на приборе ДСК Pyris 6 DSC фирмы PerkinElmer (США) при 210 °С в среде кислорода (расход 20 мл/мин);

□ ТГ-ДТА для определения термоокислительной стабильности согласно [25] на установке Pyris Diamond TG/DTA фирмы PerkinElmer при скорости нагрева 10 °С/мин в среде воздуха (расход 50 мл/мин).

Для идентификации химических изменений в структуре полимерной основы образцов модельных труб использовался метод электронно-зондового рентгеноспектрального микроанализа. Термообработка 1-го образца проводилась в хлорированной воде с концентра-

циями гипохлорита натрия 1,5 и 3,0 мг/л. В результате визуального наблюдения было отмечено, что в процессе старения в хлорированной воде наблюдается изменение цвета образцов (легкое пожелтение), интенсивность которого усугубляется по мере увеличения экспозиции. Пожелтение также коррелирует с увеличением концентрации гипохлорита натрия в растворе. Анализ термостабильности по ИПО при 210 °С показал, что термостабильность трубы по мере выдержки в хлорированной воде снижается незначительно. Например, если до испытания ИПО = 23 мин., то при максимальной экспозиции (60 суток) ИПО = 18–20 мин. Судя по данным ТГА, изменение термостабильности образцов после старения в хлорированной воде также не существенно. Например, если для исходного образца температура начала разложения составила 267 °С, то при термообработке в хлорированной воде (концентрация гипохлорита натрия 1,5–3,5 мг/л) это значение снизилось менее чем на 5 °С для максимальных экс-

позиций (60 сут). Было установлено, что термообработка образцов в хлорированной воде не сказалась на температуре плавления и степени кристалличности образцов. В ИК-спектрах образцов после старения не отмечается каких-либо изменений в сравнении со спектром исходного образца. Это означает, что в пределах чувствительности данного метода в процессе термообработки в хлорированной воде с концентрациями гипохлорита натрия NaClO 1,5 и 3,0 мг/л химическая структура образцов не меняется. В этом эксперименте не было обнаружено каких-либо изменений в физико-химических свойствах в процессе термообработки образцов в хлорированной воде с концентрациями гипохлорита натрия 1,5 и 3,0 мг/л.

Термообработка труб во втором эксперименте проводилась в дистиллированной и хлорированной воде с концентрациями гипохлорита натрия 15 и 30 мг/л. В результате визуального наблюдения было отмечено, что в процессе старения в хлорированной воде наблюдается постепенное пожелтение образцов, интенсивность окраски нарастает с увеличением экспозиции и концентрации гипохлорита натрия в растворе. В процессе старения образцов в воде изменение их окраски не наблюдается. В этом эксперименте было установлено, что по мере увеличения времени термообработки и увеличения концентрации гипохлорита натрия в растворе индукционный период окисления образцов уменьшается (табл. 6). По данным ТГА, существенных изменений термостабильности образцов после обработки в дистиллированной или хлорированной воде не обнаружено.

Произведенная термообработка образцов в хлорированной воде даже с повышенной концентрацией гипохлорита натрия не оказала влияния ни на температуры плавления, ни на степень кристалличности образцов. В ИК-спектрах образцов после старения в дистиллированной воде не отмечается каких-либо изменений в сравнении со спектром исходного образца. В ИК-спектрах образцов, подвергнутых термообработке в растворах гипохлорита натрия повышенной концентрации (15 и 30 мг/л), изменения обнаружены в экспозициях свыше 45 суток. В ИК-спектрах образцов экспозиций 60 суток при обеих концентрациях наблюдается появление новых полос. Интенсивность этих полос выше в спектре образца, выдержанного



www.worldwallpaperfree.com

в растворе с большей концентрацией гипохлорита натрия (30 мг/л).

Элементный состав образцов труб на поверхности и во внутренних слоях исследовался методом рентгеноструктурного анализа (РСА). Полученные результаты показали, что для всех режимов обработки образцов не обнаруживается присутствие хлора ни в составе поверхностных слоев, ни в центре образца.

Данные исследования показали, что при термообработке образцов трубы РЕХ-а в дистиллированной воде и хлорированной воде с концентрацией гипохлорита натрия, соответствующей нормам, принятым для питьевого водоснабжения, изменений морфологии, химической структуры и термоокислительной стабильности за время эксперимента не происходит. Значения температуры плавления и степени кристалличности остаются на прежнем уровне. При термообработке образцов РЕХ-а в воде с повышенной концентрацией активного хлора (с увеличенной концентрацией гипохлорита натрия в 10–20 раз по сравнению с нормами, принятыми для питьевого водоснабжения) происходит изменение окраски образцов, снижение термостабильности, а также появление в структуре материала кислородсодержащих групп. Однако даже при таких жестких условиях испытания, судя по величине индукционного периода окисления (12 мин.), образец трубы сохраняет достаточно высокую термостабильность, что свидетельствует о том, что даже в поверхностном слое (толщиной 0,5 мм) содержание антиоксидантов остается достаточно высоким. Даже в жесточайших условиях обработки дезинфектантом прямого хлорирования (взаимодействия полиэтилена с хлором) труб РЕХ-а не происходит. Результаты проведенных исследований убедили авторов в том, что трубы РЕХ-а сохраняют работоспособность на протяжении всего нормативного срока службы.

В заключение следует отметить, что рассмотренные в статье существующие подходы к оценке температурно-временного поведения труб из сшитого полиэтилена, в т.ч. с учетом влияния хлорированной воды, еще раз убедили в том, что установленные в СНиП 2.04.01–85* «Внутренний водопровод и канализация зданий» сроки службы трубопроводных систем (50 лет — холодного и 25 лет — горячего водоснабжения), включающих трубы РЕХ, будут вполне обеспечены при их правильном (в соответствии с требованиями СП 41-109-2005) проектировании, монтаже, промывке и эксплуатации. □

1. Пукемо Н.М., Отставнов А.А. Применение новых материалов для систем водоснабжения и отопления в Швеции. Оперативная инф. «Современное состояние и тенденции развития больших городов в СССР и за рубежом». — М.: ГОСИНТИ, №10(61)/1973.
2. Пукемо Н.М., Отставнов А.А. Новые системы центрального отопления жилых зданий в Швеции. Оперативная инф. «Современное состояние и тенденции развития больших городов в СССР и за рубежом». — М.: ГОСИНТИ, №1/1974.
3. Ионов В.С. Комментарий на статью о воздействии хлора на трубы РЕХ. www.coppertube.ru.
4. Frank R (техн. редактор Отставнов А.А.) Об устойчивости к хлорированной воде труб из сшитого полиэтилена // Сантехника, №2/2005.
5. Бухин В. Трубы из сшитого полиэтилена для систем водоснабжения и отопления. — М.: ИД «Аква-Терм».
6. Осипчик В.С., Лебедева Е.Д. Сравнительный анализ структуры и свойств сшитого различными методами полиэтиленов. www.bytrrex.com.
7. Горбунова Т.Л., Гаевой Н.В., Алиев А.Д., Чалых А.Е., Калугина Е.В. Влияние хлорированной воды на пероксидно-сшитый полиэтилен РЕХ-а // Полимерные трубы, №3(25)/10.2009.

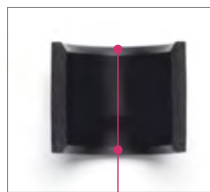


...ОТКРОЙТЕ ДЛЯ СЕБЯ КАЧЕСТВО! НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ RAUTITAN

Новое поколение трубопроводной системы RAUTITAN с безрезьбовыми полимерными фасонными частями для Дн 16–40 продолжают традицию качества и надежности. Благодаря использованию полимерных материалов удалось достичь прочностных и ценовых показателей, превышающих соответствующие показатели латунных фасонных частей:



Выступ для равномерного распределения запрессовочного усилия



Возможность запрессовки гильзы с обеих сторон

- выдерживают долговременные нагрузки на растяжение;
- устойчивы к старению и коррозии;
- обладают высокой ударной прочностью;
- устойчивы к химическим и температурным воздействиям;
- отвечают высоким гигиеническим требованиям;
- более доступные цены.

ЖДЕМ ВАС НА ВЫСТАВКЕ AQUA-THERM'2010
ОТКРОЙТЕ ДЛЯ СЕБЯ КАЧЕСТВО!

Доочистка сточных вод в фильтрах-отстойниках

Проблема охраны окружающей среды от загрязнений является одной из важнейших экологических и социальных задач, решение которой в первую очередь направлено на охрану здоровья нынешнего и будущих поколений, а также на обеспечение воспроизводства и рационального использования ресурсов. Статья 3 Федерального закона «Об охране окружающей среды» подчеркивает, что «...охрана, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов является необходимым условием обеспечения благоприятной окружающей среды и экологической безопасности...».

Е.М. КРЮЧИХИН, А.Н. НИКОЛАЕВ, ЗАО «Креал» (г. Санкт-Петербург)

Экологические нормативы, действующие на территории Российской Федерации, диктуют очень жесткие требования к качеству сбрасываемых в водоемы сточных вод [1]. Допустимые концентрации загрязняющих веществ, во многих случаях, устанавливаются на уровне ПДК для водоемов рыбохозяйственной категории водопользования. Обеспечение соответствующей глубины очистки сточных вод требует применения новых высокоэффективных технологий и оборудования. Для очистки сточных вод до нормативных требований фирмой «Креал» разработаны и реализованы в промышленном масштабе технические решения по реконструкции существующих очистных сооружений.

Нормативная очистка сточных вод от взвешенных веществ требует их доочистки на фильтрах с зернистой загрузкой. Для стоков, прошедших биологическую очистку, хорошие результаты дает применение фильтров с плавающей загрузкой (ФПЗ). В сравнении с песчаными фильтрами, ФПЗ устойчиво работают в условиях значительных колебаний концентрации взвешенных веществ в поступающей на фильтрование сточной воде.

Строительство отдельной фильтровальной станции для доочистки сточных вод сопряжено с большими капитальными вложениями и влечет за собой существенные эксплуатационные затраты. Значительное сокращение затрат может дать совмещение процессов осветления и фильтрование сточной воды в одном сооружении типа фильтр-отстойник. Такое техническое решение разработано, запатентовано и успешно реализовано в промышленном масштабе нашей фирмой. Разработка комбиниро-

ванного сооружения типа фильтр-отстойник выполнялась поэтапно.

В сентябре 2002 г. на Центральной станции аэрации Санкт-Петербурга произведены испытания данного разработанного нами фильтра с плавающей загрузкой. В задачи испытаний входил выбор материала загрузки, размера гранул, высоты слоя загрузки, скорости фильтрования, отработка режима промывки, определение грязеемкости и длительности фильтроцикла.

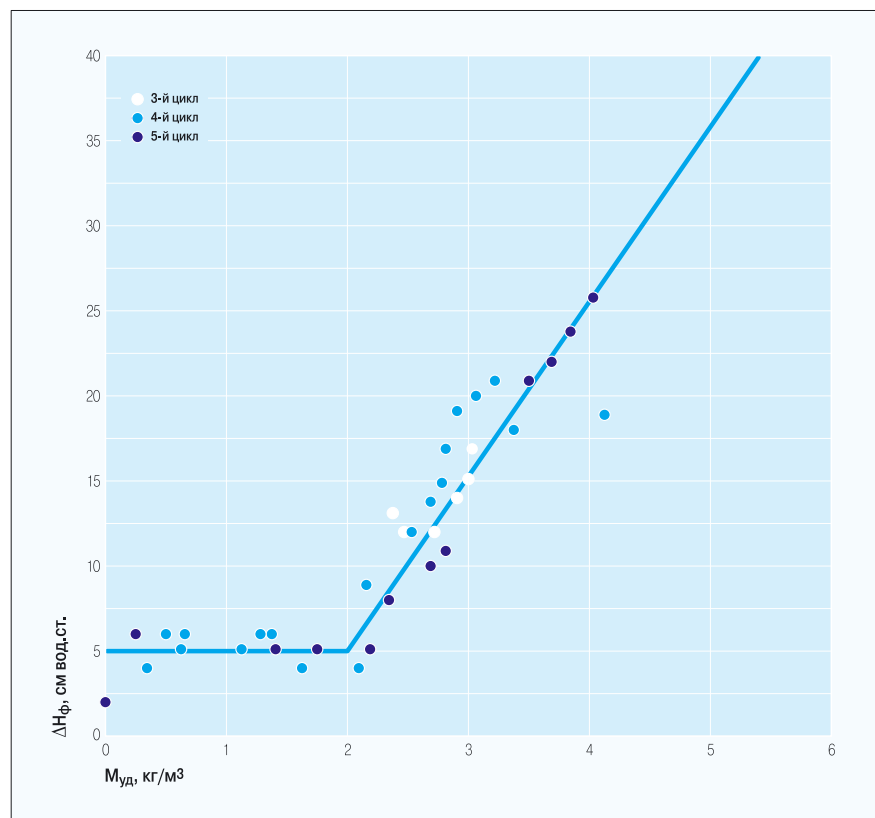
В процессе испытаний на фильтр подавалась биоочищенная сточная вода из

лотка осветленной воды вторичного отстойника второй очереди очистных сооружений. Для повышения концентрации взвешенных веществ к поступающим на фильтрование стокам периодически добавляли активный ил из канала активного ила вторичных отстойников второй очереди.

Измерение расхода сточной воды на входе и выходе фильтра производили объемным методом — по времени заполнения емкости объемом 10 л. Потери напора воды в загрузке фильтра определяли прямым измерением уровней воды после выравнивания входного и выходного потоков сточной воды.

Определение концентрации взвешенных веществ в пробах, отбираемых на входе фильтра, выходе фильтра и в потоке грязной промывной воды (ГПВ) производилось стандартным методом в аккредитованной лаборатории.

При расчете массы взвешенных веществ, задержанных загрузкой фильтра, использовались данные аккредитованной лаборатории по содержанию взвешенных веществ в биоочищенной сточной воде (выход вторичных отстойников) и концентрации возвратного ила на второй очереди очистных сооружений. Полученные результаты приведены в табл. 1–2 и на рис. 1.



■ Рис. 1. Зависимость $\Delta H_{\text{ф}}$ от $M_{\text{уд}}$ (расход сточной воды — 4 м³/ч, скорость фильтрования — 6,25 м/ч)

■ Зависимость потерь напора в загрузке фильтра от массы задержанных взвешенных веществ с начала фильтроцикла*

табл. 1

Фильтроцикл	M, кг а.с.в.	M _{удл} , кг/м ³ нас. об. загр.	ΔH _ф , см водн. ст.	Фильтроцикл	M, кг а.с.в.	M _{удл} , кг/м ³ нас. об. загр.	ΔH _ф , см водн. ст.	
1	2	3	4	1	2	3	4	
3	0,69	2,38	0,13	4	0,78	2,68	0,14	
	0,72	2,48	0,12		0,81	2,79	0,15	
	0,79	2,72	0,12		0,82	2,83	0,17	
	0,84	2,90	0,14		0,84	2,90	0,19	
	0,87	3,00	0,15		0,89	3,07	0,20	
	0,88	3,03	0,17		0,94	3,24	0,21	
4	0,10	0,34	0,04		0,98	3,38	0,18	
	0,15	0,52	0,06		1,20	4,14	0,19	
	0,18	0,62	0,05		5	0,0032	0,01	0,02
	0,19	0,65	0,06			0,074	0,26	0,06
	0,20	0,69	0,06	0,41		1,41	0,05	
	0,33	1,14	0,05	0,51		1,76	0,05	
	0,37	1,28	0,06	0,64		2,21	0,05	
	0,40	1,38	0,06	0,68		2,34	0,08	
	0,41	1,41	0,05	0,78		2,69	0,10	
	0,47	1,62	0,04	0,82		2,83	0,11	
	0,61	2,10	0,04	1,02		3,52	0,21	
	0,62	2,14	0,09	1,07		3,69	0,22	
	0,68	2,34	0,08	1,12		3,86	0,24	
	0,73	2,52	0,12	1,17		4,03	0,26	

* Примечания: расход сточной воды 4 м³/ч, скорость фильтрования 6,25 м/ч; масса взвешенных веществ M, задержанных в загрузке фильтра, рассчитана по данным таблицы с использованием формул: $M = Q(C_{вх} - C_{вых})t$, $C_{вх} = C_{св} + C_{ил} \exp(t/\tau)$, $C_{ил} = (V_{ил}X)/V_{аф}$, $t = V_{аф}/Q$, $V_{аф} = A_{аф}H_{аф}$, $F_{аф} = 1,04 \text{ м}^2$; удельная масса задержанных в фильтре взвешенных веществ: $M_{удл} = M/V_{загр}$, где $V_{загр} = 0,29 \text{ м}^3$ — насыпной объем загрузки фильтра.

Безнапорный режим фильтрования (потери напора $\Delta H_{ф} \leq 0,4$ м водн. ст.) устойчиво сохраняется до массы накопленных в загрузке взвешенных веществ 5 кг/м³ нас. об. загр. при скорости фильтрования 6,25 м/ч (табл. 1, рис. 1). При скорости фильтрования 10 м/ч предельное накопление взвешенных веществ в загруз-

ке, отвечающее потерям напора 0,35–0,40 м водн. ст., составляет 3 кг/м³ нас. об. загр. (табл. 1).

Зависимость потерь напора (времени фильтрования) в фильтре от массы задержанных взвешенных веществ, содержащей хлопьевидные органические частицы, в частности хлопья ак-

тивного ила, имеет нелинейный характер, что типично для фильтрования через зернистую загрузку суспензии. Вместе с тем, особенностью испытанной загрузки является сохранение потерь напора на постоянном (минимальном) уровне вплоть до содержания задержанных взвешенных веществ 2 кг/м³ нас. об. загр. с последующим резким возрастанием потерь напора по линейному закону (рис. 1).

Указанная закономерность, наиболее вероятно, является следствием первоначально равномерного распределения взвеси по высоте загрузки фильтра (без изменения потерь напора) с последующим концентрированием взвешенных веществ преимущественно в нижнем слое загрузки (наблюдали визуально через смотровое окно фильтра), что сопровождалось возрастанием потерь напора.

Эффект очистки от взвешенных веществ (хлопьев активного ила) сохранялся на высоком уровне в течение всех фильтроциклов во всем рабочем диапазоне скорости фильтрования и составил (табл. 2):

- свыше 80 % при входной концентрации взвешенных веществ более 35 мг/л,
- свыше 70 % при входной концентрации взвешенных веществ 20–35 мг/л.

■ Зависимость эффективности очистки от входной концентрации взвешенных веществ табл. 2

Расход сточной воды через фильтр, м ³ /ч	Скорость фильтрования, м/ч	C _{вх} , мг/л	C _{вых} , мг/л	Эффект очистки, %
C_{вх} > 35 мг/л				
5,6	8,75	38,3	7,5	80,4
4,8	7,5	54,4	4,7	91,4
4,0	6,25	57,9	1,7	97,1
4,0	6,25	83,8	16,1	80,8
2,3	3,59	67,6	3,4	95,0
20 мг/л < C_{вх} < 35 мг/л				
5,2	8,13	24,2	9,9	59,1
4,0	6,25	23,9	6,7	72,0
4,0	6,25	26,8	5,9	78,0
4,0	6,25	28,1	3,9	86,2
C_{вх} < 20 мг/л				
5,1	7,97	10,2	3,5	65,7
5,1	7,97	6,5	2,5	61,6
4,0	6,25	12,3	3,6	71,8
4,0	6,25	14,9	3,0	79,9
4,0	6,25	17,8	2,7	84,9

■ Результаты испытания фильтра с плавающей загрузкой во вторичном отстойнике №2 очистных сооружений ОАО «Соликамскбумпром»

табл. 3

Дата	Время	Расход стоков, м ³ /ч	Расход возвратного ила, м ³ /ч	Расход иловой смеси, м ³ /ч	Ионизация взвешенного вещества, мг/л	Потери напора в загрузке фильтра, см	
22.10.2002	10:00	1300	0	1300	–	1,0	
	11:00	1060	240	1300	–	1,0	
	12:00	700	240	940	–	1,0	
	13:00	700	240	940	6,5	1,0	
23.10.2002	8:30	700	240	940	5,4	1,5–2,0	
	10:30	700	240	940	5,7	1,5–2,0	
	10:30–11:30	Промывка загрузки фильтров					
	11:30	700	240	940	–	1,0	
Дата	Концентрация иловой смеси, поступающей на вторичные отстойники, мг/л	Концентрация взвешенных веществ на выходе из вторичного отстойника №2, мг/л		Концентрация взвешенных веществ на выходе из вторичных отстойников без фильтрующей загрузки, мг/л			
22.10.2002	1900	6,5		42			
23.10.2002	1900	5,4		35			

Водовоздушная промывка загрузки фильтра (в течение 4 мин.) обеспечивает ее полную регенерацию с восстановлением первоначальных потерь напора воды при фильтровании. Были отработаны режимы промывки с приведенным режимом загрузки в псевдооживленное состояние с помощью газлифтных потоков. На этой основе разработана технология промывки фильтра осветленной водой

непосредственно в проточной зоне отстойника.

По результатам испытаний была разработана конструкция фильтра-отстойника, и в октябре 2002 г. произведена реконструкция вторичного отстойника №2 на ОАО «Соликамскбумпром».

В отличие от установок, разработанных ЦНИИЭП «Установка по доочистке сточных вод на песчаных фильтрах» [2],

фильтр с плавающей загрузкой, работающий в режиме безнапорного фильтрования, размещен непосредственно в проточной зоне вторичного отстойника. Испытания показали, что такое решение дает дополнительный положительный эффект (в сравнении с очисткой суспензии или эмульсии последовательно в раздельных сооружениях осветления и фильтрования), который выражается в следующем:

- увеличивается эффективность очистки от взвешенных и эмульгированных веществ в сооружении осветления за счет повышения коэффициента использования объема проточной зоны и усреднения расхода воды через нее;
- увеличивается эффективность фильтрационной доочистки осветленной воды за счет предотвращения измельчения агрегативно неустойчивых взвесей и эмульсий, которое происходит при транспортировке осветленной воды из сооружения осветления в фильтр при очистке на раздельных сооружениях;
- сокращается общий объем очистного сооружения, количество трубопроводов и запорно-регулирующей арматуры (существенно ниже затраты);
- упрощается схема промывки фильтра (меньше длительность промывки и затраты на автоматизацию);
- уменьшается объем грязной промывной воды.

Достигнутые показатели приведены в табл. 3. Технико-экономический анализ показал, что достижения аналогичного результата за счет строительства отдельной фильтровальной станции потребовало бы в 5–10 раз больше капитальных вложений и в 20 раз больше эксплуатационных затрат.

Реконструкция всех пяти вторичных отстойников в фильтры-отстойники позволила надежно обеспечить норматив ПДС по сбросу взвешенных веществ. Двухлетняя эксплуатация фильтров-отстойников подтвердила высокую эффективность и надежность разработанной технологии.

В настоящее время разработанные конструкции фильтров-отстойников широко применяются ЗАО «Креал» и реализованы в серийно выпускаемых этой фирмой модульных установках очистки сточных вод типа БТФ. □



www.worldwaterfree.com

1. СанПиН 2.1.5.980–00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод».
2. Разумовский Э.С., Медриш Г.Л., Казарян В.А. Очистка и обеззараживание сточных вод малых населенных пунктов. — М.: Стройиздат, 1986.

Гибкая подводка STC

На современном рынке сантехнического оборудования не обойтись без гибкой подводки, которая прочно вошла в наш обиход как наиболее простой и надежный способ присоединения сантехнических приборов к трубопроводам. Наиболее часто используемый и привычный для потребителя вид гибкой подводки представляет собой резиновый шланг в металлической оплетке.

Казалось бы, здесь нас не ждут никакие подводные камни. Но это не так. Чтобы найти опасные места, проследим процесс изготовления подводки с самого начала — он достаточно прост:

- берется резиновый шланг и оплетается металлической нитью со вставками красного и синего цветов — основной задачей оплетки является защита резинового шланга от механических воздействий;
- оплетенный шланг нарезается на части, длина которых варьируются от 20 см до 3 м, в зависимости от цели использования;
- в подготовленные нарезанные шланги с двух сторон вставляются втулки двух видов — со штуцером или с накидной гайкой.
- шланг в оплетке обжимается вокруг втулки металлической гильзой;
- устанавливаются специальные резиновые уплотнения на гайки и подводка готова к использованию.

К сожалению, эта кажущаяся простота и является причиной того, что изготовлением подводки занимаются все, кому не лень. Ежедневно мы наблюдаем

результаты этой «работы». Затопленные квартиры, испорченная мебель и залитая техника — что еще может быть хуже? Поэтому хочется остановиться на качестве каждого элемента гибкой подводки для понимания причин, по которым «подводные камни» могут превратить вашу квартиру в аквариум.

Виды брака гибкой подводки:

- изготовление деталей гибкой подводки из дешевых материалов низкого качества (это относится ко всем элементам, как к металлическим деталям, так и к резиновым прокладкам и шлангу внутри оплетки);
- несильное обжатие втулки.

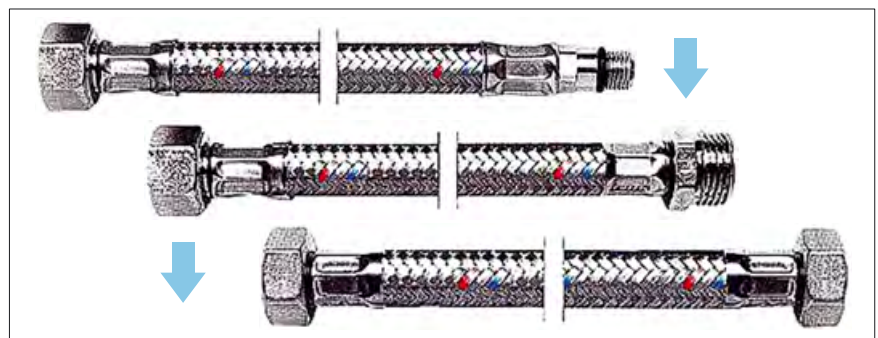


Фото: компания-производитель.

Комплектация подводки

Внутренний шланг	Нетоксичная резина EPDM, ГОСТ 5496
Прокладка	Нетоксичная резина EPDM, ГОСТ 5496
Оплетка	Нерж. сталь AISI 304, ГОСТ 5632–72
Обжимная втулка	Нерж. сталь AISI 304, ГОСТ 5632–72
Гайка, штуцер	Никелированная латунь OT67 UNI-EN 12164 CW 617 N (евронормы), ЛС-59 ГОСТ 1583–89
Втулка	Латунь OT67 UNI-EN 12164 CW 617 N (евронормы)
Внутренний диаметр шланга, мм	8,5±0,5
Наружный диаметр шланга, мм	13±0,5
Внутренний диаметр втулки, мм	6±0,1
Толщина стенки гайки, мм	> 2
Длина резьбы гайки, мм	> 9
Радиус кривизны рукава, мм	65 (минимальный)

Химический состав латуни для гайки, штуцера и втулки

Марка	Медь	Сурьма	Свинец	Цинк	Олово	Кремний	Железо	Алюминий	Никель	Марганец
CW617N	57–59%	< 0,3%	1,5–2,5%	остальное	< 0,3%	< 0,3%	< 0,3%	< 0,3%	< 0,3%	< 0,3%

Существуют российские ГОСТы и нормы для материалов и деталей, которые недобросовестные производители пытаются обойти различными путями, замалчивая важные или сознательно декларируя неверные данные в паспортах изделий.

Хотелось бы обратить внимание потребителей на детали, которые дадут ясную картину о качестве гибкой подводки. Итак, нарисуем типовой портрет качественной подводки (табл. 1), которая прослужит вам много лет и не добавит головной боли к домашним проблемам. Хочется отметить, что гибкая подводка STC отвечает всем этим требованиям. Для подтверждения качества изделие прошло испытание в НИИ Сантехники, показав отличные результаты:

- испытание на старение — подводка STC выдержала нагрузку 1006 ч при давлении 1,6 МПа и температуре воды 95°C, после чего успешно участвовала в дальнейших испытаниях наравне с «новыми» образцами;
- далее те же образцы выдержали давление 6,0 МПа (для сравнения — обыч-

ное давление в водопроводе всего 0,6 МПа) более 48 ч без нареканий;

- последним испытанием было тестирование на разрыв, т.е. постепенное увеличение давления до нарушения герметичности подводки — тестировались образцы после двух предыдущих испытаний и новые, а разрыв подводок происходил при давлении не ниже 12,5 МПа (один образец так и не удалось разорвать, он выдержал 14 МПа — предельное давление, которое можно было создать на оборудовании НИИ Сантехники).

Высокое качество гибкой подводки STC не вызывает сомнений. Она способна выдержать нагрузки, на порядок превосходящие бытовые, что подтверждается специалистами НИИ Сантехники — одного из самых авторитетных государственных исследовательских учреждений России. □

Водосчетчики и расходомеры в ЖКХ

Общий парк средств измерений расхода и количества жидкостей в последние годы существенно увеличился за счет широкого применения счетчиков-расходомеров для учета энергоресурсов и проведения коммерческих расчетов между поставщиками и потребителями. Предприятия-производители выпускают приборы учета самых разных типов по принципу действия, по метрологическим характеристикам, надежности, функциональным возможностям и по стоимости.

В.П. КАРГАПОЛЬЦЕВ, О.А. МИЦКЕВИЧ, А.А. СИДЕНКО, ОКБ «Гидродинамика» (г. Киров)

Однако, какими бы ни были эти приборы, для них обязательной является первичная поверка при выпуске из производства и периодическая поверка во время эксплуатации, если приборы используются в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора.

Основной парк приборов, используемых в коммерческих расчетах в жилищно-коммунальном хозяйстве — водосчетчики и расходомеры из состава теплосчетчиков. Метрологическая база для их поверки (в первую очередь —

проливные установки) на местах в большинстве случаев или отсутствует, или морально устарела и требует совершенствования. При большом количестве приборов поверка становится настолько трудоемкой, что неизбежно возникает вопрос о повышении эффективности поверочных работ и обеспечении достоверности результатов поверки.

Исходя из этого, в последние годы ряд отечественных производителей организовали производство проливных установок с различным уровнем автоматизации.

В процессе эксплуатации таких установок неизбежно возникают вопросы, связанные с конструкцией установки, ее применимостью для поверки самых различных типов приборов. В [1] все возникающие вопросы и проблемы с точки зрения причин их появления разделены на две группы:

1. вопросы, возникшие по причинам производителя установок.
2. вопросы, возникшие по причинам владельца установки.

С точки зрения автора, в указанном докладе незаслуженной обойденной оказалась 3-я группа, а именно вопросы, возникающие по причинам производителей водосчетчиков и расходомеров, предназначенных к поверке.

Группа 1

Причины изготовителей приборов следующие — перечислены ниже.

Применение в качестве эталонных расходомеров приборов заведомо более низкого класса точности. Ряд производителей установок с приписанной погрешностью 0,15% в качестве эталонных применяет расходомеры класса точности 1,5–2,0%, используя некую «поточечно снятую калибровочную характеристику» таких приборов. Для обеспечения требуемой точности (в особенности на малых проливочных расходах) вводится достаточно большое время осреднения. На практике при проведении поверки рабочих приборов с целью получения достоверного результата необходимо получить достаточно большое количество импульсов как от поверяемого, так и от эталонного расходомера (порядка нескольких сотен). В этом случае поверка приборов на малых расходах длится до нескольких часов.

Остатки системы стабилизации расхода и деаэрации воды — изготовленные установки без ресивера. В этом случае пульсации в гидравлическом контуре «сглаживаются» увеличением времени осреднения показаний эталонного расходомера с соответствующим существенным увеличением затрат времени на поверку (см. выше).

Использование для регулирования расхода преобразователей частоты общепромышленного применения без встроенных фильтров радиопомех. Помехи, генерируемые преобразователем частоты, в ряде случаев приводят к сбоям в работе электронных преобразователей поверяемых и эталонных расходомеров.



Фото компании-производителя

Использование насосов общепромышленного применения. Отказ от применения более дорогих малошумящих экономичных насосов приводит к возникновению недопустимых как для самих поверочных лабораторий, так и для соседних помещений уровней вибраций и шума.

Отсутствие системы очистки поверочной жидкости (воды). Вместе с поверяемыми приборами в гидравлический контур заносится достаточно много загрязнений, в результате вода не соответствует требованиям, предусмотренным методиками поверки приборов.

Отсутствие запаса мощности насоса для возможного создания повышенного давления воды в измерительном тракте. Для поверки некоторых типов расходомеров (чаще всего вихревых) в соответствии с методикой поверки необходимо создание в измерительном участке повышенного давления. Отсутствие запаса мощности насоса не позволяет провести поверку таких приборов;

Использование низкокачественной недорогой запорной арматуры, что ведет к протечкам поверочной жидкости внутри гидравлического тракта, подосу воздуха, и, соответственно, к ухудшению метрологических характеристик установок.

Отсутствие требований к периодичности и содержанию технического обслуживания установок.



Фото компании-производителя.

Изготовление комплекта монтажных приспособлений только для ограниченного количества приборов. Особенно часто это встречается у изготовителей установок, занимающихся одновременно производством расходомеров. В этом случае в базовый комплект поставки входят приспособления для монтажа на рабочем столе только приборов собственного производства.

Группа 2

Причины изготовителей приборов следующие — перечислены ниже.

Отсутствие при заказе установки информации о приборах, планируемых к поверке. Требования к процессу поверки для различных типов приборов могут существенно отличаться. Так, при поверке ультразвуковых и вихревых расходомеров требуются более длинные прямые участки, при поверке вихревых расходомеров требуется создание повышенного давления воды в измерительном тракте. Неучет этих деталей в последующем ограничивает возможности по поверке приборов.

Несоответствие качества электроэнергии в питающей сети требованиям стандартов. Часто через определенное время после запуска установки в работу непосредственно к той же питающей сети подключаются электрические нагрузки, создающие мощный уровень радиопомех, что приводит к сбоям поверяемых и эталонных расходомеров.

Невыполнение требований строительного задания, составленного разработчиком установки, на подготовку помещения под установку.

Замена персонала, проводящего работы на установке, на персонал без необходимой подготовки. Практика показывает, что в ряде случаев специалисты, работающие на установке, поверхностно знакомы как с документацией на установку, так и с методиками поверки конкретных приборов.

Доработка установки в процессе эксплуатации без проведения ее повторных испытаний и без согласования с изготовителем установки. Недостаточное информирование на стадии заключения договора изготовителя установки о пар-



Фото компании-производителя.

ке приборов, планируемых к поверке, приводит к невозможности поверки ряда приборов. Владелец установки самостоятельно или с привлечением третьих лиц модернизирует установку без последующих испытаний, при этом метрологические характеристики установки становятся неопределенными.

Группа 3

Причины изготовителей приборов следующие — перечислены ниже.

Недостаточно проработанная информация по выпускаемым приборам. Как частный пример в этом случае — не все изготовители вихревых расходомеров в методике поверки указывают на необходимость создания в измерительном тракте повышенного давления поверочной жидкости.

Непредоставление полной информации о производимых и разрабатываемых приборах изготовителям установок. Наличие такой информации у разработчиков установок позволило бы заранее предусмотреть дополнительные режимы поверки и конструктивные решения, необходимые для организации поверки новых приборов.

Отсутствие результатов испытаний о влиянии друга на друга приборов, последовательно установленных на рабочем столе установки. Даже если эти требования выполняются в части соблюдения длин прямых участков, необходимых при монтаже приборов.

Модернизация производимых расходомеров без информирования разработчиков установок и потребителей приборов, что может опять же привести к проблемам при поверке.

Для обеспечения поверки водосчетчиков и расходомеров из состава теплосчетчиков, применяемых в жилищно-коммунальном хозяйстве, ОКБ «Гидродинамика» разработало и в течение ряда лет производит проливную поверочную установку УПСЖ-50 с максимально воспроизводимым расходом 50 м³/ч и типоразмерами поверяемых приборов 15–50 мм. В настоящее время в России используется 15 установок этой модификации. По экспертным оценкам, приборы с диаметрами условного прохода до 50 мм включительно в городах уровня областного центра составляют до 60–80 % всего приборного парка.

Установка УПСЖ-50 имеет следующие характеристики: *диапазон воспроизводимых расходов* — 0,02–50 м³/ч; *диаметры условного прохода поверяемых*

счетчиков — 15, 20, 25, 32, 40, 50 мм (при необходимости комплектуется дополнительными установочными приспособлениями диаметром 65 и 80 мм); *методы поверки* — сличением с эталонными расходомерами и весовой; *погрешность при измерении объема весовыми устройствами* (2 шт.) — 0,05 %; *погрешность при измерении объема эталонными расходомерами* (2 шт.) — 0,25 %; *количество одновременно поверяемых приборов* — до 4 шт.; *питание* — от трехфазной сети переменного тока напряжением 380 В частотой 50 Гц; *максимальная потребляемая мощность* — 6 кВт; *управление зажимным устройством и переключателем потока* — пневматическое; *режим поверки приборов из эксплуатации* — автоматический; *режим поверки расходомеров установки* — автоматический; *габаритные размеры* — 2,6×1,9×1,9 м; *масса* — 700 кг.

Установка УПСЖ-50 производится ОКБ «Гидродинамика» по ТУ 4381-005-55749794–2005. Сертификат RU.C.29.006. А №21463 выдан 31.08.2005 г. Федеральным Агентством по техническому регулированию Российской Федерации. Номер по Госреестру средств измерений РФ — 29533–05.

Поверяемые на установке приборы (расходомеры и водосчетчики) диаметром 80 мм имеют максимальный паспортный расход в зависимости от типа 160–180 м³/ч, что соответствует скорости жидкости в измерительном тракте 10 м/с. На практике скорость жидкостей в трубопроводах систем водо- и теплоснабжения значительно меньше и не превышает 2–3 м/с [2]. Максимально воспроизводимый установкой УПСЖ-50 расход в 50 м³/ч при диаметре условного прохода водосчетчика 80 мм соответствует скорости воды в канале счетчика, равной 2,76 м/с, что в большинстве случаев выше реальных скоростей жидкости в трубопроводах систем водо- и теплоснабжения. Таким образом, установка УПСЖ-50 позволяет метрологически обеспечить приборы с диаметрами условного прохода до 80 мм включительно, поступающие на поверку из эксплуатации. Возможность поверки приборов, поступающих на поверку из эксплуатации, на пониженных (не паспортных расходах) допускается нормативными документами по поверке. В частности, в соответствии с п. 2.7. Правил по метрологии ПР 50.2.006–94 «Порядок проведения поверки средств измерений» поверку средств измерений, используе-

мых для измерения на меньшем количестве диапазонов измерений (относительно указанного в технической документации), допускается производить по данным применяемым диапазонам измерений.

Установки УПСЖ-50 производят поверку рабочих приборов с различными видами выходных сигналов, в т.ч. и без выходных сигналов. Поставка производится «под ключ на объекте Заказчика» с выдачей копии сертификата об утверждении типа средств измерений РФ. Металлоконструкции выполняются из нержавеющей стали. Комплектация (насосы, эталонные расходомеры, первичные преобразователи, запорная арматура, пневматика и пр.) приобретаются у ведущих мировых производителей.

Доля ручного труда при поверке сведена к минимуму. Управление установкой полностью автоматизировано, в комплекте поставки есть компьютер. Обеспечение сжатым воздухом производится при помощи компрессора (также входит в базовый комплект). Установки производятся с максимальным учетом потребностей заказчиков, в т.ч. обеспечивается «привязка» к помещению, в котором предполагается эксплуатация установки.

В качестве первоначальной информации для составления проекта технического задания заказчику необходимо иметь данные о парке приборов, которые планируются к поверке: типы приборов; типоразмеры (диаметры условного прохода, в мм); паспортные диапазоны расходов (минимальный и максимальный, в м³/ч); паспортные погрешности приборов; типы присоединений приборов (фланцевое, бесфланцевое, резьбовое); особые требования, предъявляемые к поверке приборов (увеличенные длины прямых участков, повышенное давление в измерительном тракте) и др.

Для «привязки» к существующему помещению необходимы как можно более точные данные о помещении, в котором предполагается размещение установки: длина, ширина, высота, габариты оконных и дверных проемов. ■

1. Минаков А.А., Пиядов О.Г. Еще раз о поверке расходомеров и датчиков расхода воды на местах // Материалы XXVI международной научно-практической конференции «Коммерческий учет энергоносителей». Санкт-Петербург, 2007.
2. Магала В.А., Манин А.Л. О «российском выборе» типа преобразователя // Материалы XXVI международной научно-практической конференции «Коммерческий учет энергоносителей». Санкт-Петербург, 2007.

www.biasi.su

Газовые котлы - Конденсационные котлы Твердотопливные котлы - Системы солнечного отопления

На правах рекламы.



Представительство BIASI в РФ

Москва, ул. Верейская, д. 17, оф. 204
E-mail: info@biasi.su

Тел.: +7 495 988 92 84
Факс: +7 495 988 92 85

 **BIASI**
COMFORT GENERATION

Система отопления на основе естественной циркуляции теплоносителя

При строительстве индивидуального жилого дома перед будущими жильцами непременно встает закономерный вопрос: какую систему отопления предпочесть. На этом этапе важно правильно поставить цель проекта, чтобы с самого начала избежать ненужных трат и ошибок. В данной статье мы рассмотрим главную цель — высокую надежность работы системы отопления.

Т.Ю. ДМИТРИЕВСКАЯ, к.т.н., инженер-физик

Холодное время года имеет продолжительность не менее полугода, а зимой морозы бывают такие, что отопление становится главным условием пригодности дома для проживания. Это особенно ощущается в случае отключения электроэнергии зимой и вообще в холодное время года. Замерзнуть в темноте — перспектива не из приятных. В конце концов, свет можно получить разными способами: свечи, фонари и т.п., холодильник в холодное время, в крайнем случае, можно заменить балконом, лоджией или холодной террасой, воду принести из колодца или магазина и т.д. Но тепло в доме — вот что должно работать бесперебойно. Приобретение же портативного электрогенератора по карману не каждому, да и его обслуживание сопряжено с разного рода неудобствами: шум, необходимость ручной активации, нежелание оставлять потенциально опасный работающий аппарат без присмотра. К тому же, у автономного генератора продолжительность необслуживаемой работы не превышает нескольких часов, а электричество в сельской местности, случается, отсутствует по нескольку суток.

Итак, поставим цель — добиться максимальной надежности работы системы отопления на основе одного источника энергии, например, газа, хотя это может быть и угольное, и дровяное отопление, и даже теплообменник. Правильный расчет естественного циркуляционного давления будет не лишним даже для систем с принудительной циркуляцией теплоносителя, позволяя более эффективно использовать электрический насос, ведь законы физики работают вне зависимости от наличия или отсутствия оборудования для транспортировки воды по трубам. Это также мо-

жет оказаться полезным при выходе из строя насоса: если позволит автоматика котла, система отопления сможет некоторое время работать и без принудительной циркуляции.

Из истории известно, что уже в Древнем Риме были попытки утилизировать теплоту продуктов горения для нагревания воды или пара в отопительных целях. В то время и вплоть до середины XX века водяное отопление устраивалось с естественной циркуляцией воды, т.е. подъем горячей воды вверх осуществлялся за счет свойства воды становится менее плотной при нагреве. По мере отдачи тепла и охлаждения вода стекала вниз.

Область использования систем отопления с естественной циркуляцией воды

Рассмотрим в первую очередь случаи, в которых целесообразно использование водяного отопления с естественной циркуляцией. Область применения таких систем довольно широка. Наиболее выгодно использовать ее для отопления жилых обособленных зданий, например, коттеджей, дач, т.е. вообще любых зданий, расположенных как в городской, так и в сельской местности.

Также системы с естественной циркуляцией воды используют там, где не желателен шум и вибрация, создаваемых циркуляционными насосами, это касается жилых домов, где люди особенно ценят тишину и покой, а также особых производственных зданий, например, измерительных лабораторий.

Надо только четко понимать, что система водяного отопления с естественной (еще ее называют «гравитационной») циркуляцией будет тем эффективней работать, чем выше оборудованный ей дом. В высоких зданиях гидростатическое давление в вертикальных частях системы может достигать значений, соизмеримых с давлением, создаваемым насосом. Это связано со свойством воды передавать давление, создаваемое на ее поверхности, по всему объему, каждой точке системы.

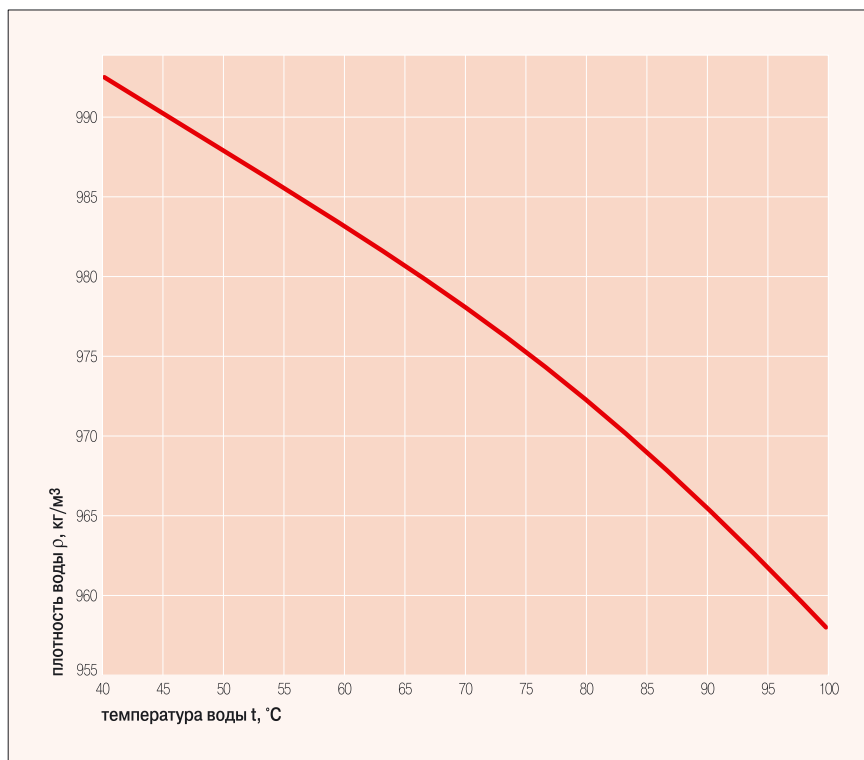


Рис. 1. Зависимость плотности воды от температуры

Наилучшим образом данный эффект иллюстрирует знаменитый опыт Блеза Паскаля (1648 г.): в наполненную до краев закрытую бочку он вставил тонкую трубку диаметром 1 см² длиной 5 м, поднялся на второй этаж и вылил в трубку кружку воды. Давление внутри бочки из-за этого повысилось настолько, что бочку просто разорвало.

Принципиальная схема системы отопления с естественной циркуляцией воды

Как известно из законов физики, при нагревании все тела расширяются, т.е. их плотность уменьшается. Это относится и к воде, хотя именно у воды имеется отклонение от этого закона. При 4 °С вода имеет наибольшую плотность — 1000 кг/м³, а при охлаждении ниже этой температуры и при нагревании выше нее плотность падает. Мы будем рассматривать случай нагревания воды выше 4 °С, значит, плотность воды будет падать, побуждая ее подниматься вверх. График зависимости плотности воды ρ от температуры t показан в табл. 1 и на рис. 1. При нагревании воды от 4 до 100 °С плотность воды уменьшается от 1000 до 958,4 кг/м³, что составляет 4%, а в отопительных системах при нагреве воды от 50 до 95 °С изменение плотности составляет 2,5%. Вот на этих-то, казалось бы, небольших процентах и держится вся система естественной циркуляции воды системы отопления.

Теплогенератор или теплообменник находится внизу, нагретая более легкая жидкость поднимется вверх, а на ее место поступает более холодная. Это принципиальное для отопления явление мы наблюдаем ежедневно, нагревая воду в чайнике или кастрюле. Здесь на пользу человека работают три закона физики: закон земного притяжения, закон расширения тел при нагревании и закон неразрывности струи. Схема естественной системы водяного отопления выглядит следующим образом: источник тепла (например, котел), теплопровод (трубы), расширительный бак и отопительные приборы (радиаторы).

Такая система будет работать непрерывно, пока котел нагревает воду. Нагретая вода поднимается по трубам вверх, а, дойдя до верхней точки, стекает вниз, отдавая тепло и охлаждаясь. Расширительный же бак служит для компенсации расширения воды. Такую систему принято называть «система с верхней разводкой».



■ Памятник Блезу Паскалю работы французского скульптора Огюстена Пажу, Лувр

■ Физические свойства воды

табл. 1

Температура t , °С	Плотность ρ , кг/м ³
40	992,22
45	990,13
50	988,03
55	985,62
60	983,20
65	980,49
70	977,78
75	975,12
80	972,45
85	968,90
90	965,35
95	961,88
100	958,40

Сравнение систем с естественной и принудительной циркуляцией

Электрический циркулярный насос можно включать или не включать в цепь системы водяного отопления. В чем разница для потребителя?

Еще раз отметим, что система водяного отопления с естественной циркуляцией тем выгоднее, чем выше здание. В высоких зданиях гидростатическое давление в вертикальных частях системы может достигать значений, соизмеримых с давлением, создаваемым насосом. Это принципиальное свойство систем с гравитационной системой водяного отопления накладывает и некоторые ограничения на область ее применения, а именно, в малозэтажных зданиях радиус действия ее составляет примерно 20 м по горизонтали, т.е. отапливаемая площадь каждого этажа составляет от 400 до 1200 м² в зависимости от места расположения котла.

Второе отличие (оно же и преимущество) гравитационной системы по сравнению с системой с насосом состоит в относительной простоте обслуживания систем с естественной циркуляцией воды и в ее долговечности. Она может прослужить 40–50 лет без всякого вмешательства, нужно лишь периодически контролировать уровень воды в расширительном баке.

Еще одно преимущество гравитационной системы заключается в хорошем стабильном режиме отопления помещений, что объясняется явлением количественного саморегулирования. При изменении температуры воздуха в помещении (например, похолодание, ветреная погода и т.п.) система сама начинает повышать скорость течения воды и выравнивает температуру.

Как это происходит? Очень просто: если понизилась температура окружающего воздуха при постоянной температуре воды в котле, то увеличится разность температур, следовательно, увеличится и разность плотностей воды, а, значит и разность давлений. Под увеличенным давлением вода будет циркулировать быстрее, и количество поступающего в помещение тепла увеличится. И наоборот, если стало жарко, то эффект саморегулирования сработает в сторону снижения поступающего тепла. Одновременное изменение температуры и количества протекающей воды обеспечивает такую теплоотдачу отопительных приборов, которые поддерживают ровную температуру в помещениях.

Наконец, еще одно отличие гравитационных систем от систем с насосом заключается в необходимости использовать трубы большего диаметра, чтобы сила трения воды о стенки труб не сильно влияла на естественное ее течение. С этим связана и повышенные первоначальные капиталовложения в такую систему, во-первых, из-за покупки более толстых труб, и, во-вторых, из-за значительных трудозатрат при монтаже, который надо выполнять, пунктуально следуя схеме. Система не простит нарушения законов физики. Но вообще в конструкции гравитационной системы отопления нет ничего особенно сложного, автор лично знаком со многими владельцами частных домов, которые, не имея высшего строительного образования, самостоятельно выполнили монтаж несложной системы водяного отопления с естественной циркуляцией воды, аккуратно и тщательно собирая одно звено за другим.

Основные разновидности систем отопления

По положению труб, объединяющих отопительные приборы по вертикали или по горизонтали, системы делятся на вертикальные и горизонтальные. А в зависимости от схемы соединения труб с отопительными приборами бывают системы одно- и двухтрубные. В каждом стояке однотрубной системы приборы соединяют одной трубой, и вода протекает последовательно через все приборы.

В двухтрубной же системе приборы отдельно присоединяют к двум трубам — подающей и обратной, а вода протекает через каждый отопительный прибор независимо от других.

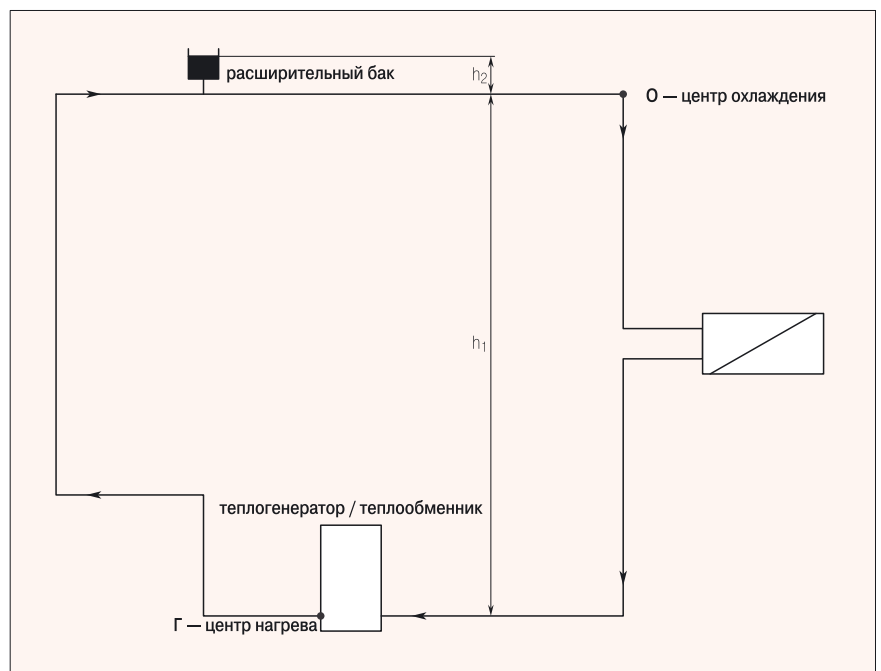
В данной статье рассматривается открытая однотрубная вертикальная система водяного отопления с естественной циркуляцией воды и отопительным котлом в качестве теплогенератора.

Гидростатическое давление, создаваемое в системе водяного отопления

Согласно законам гидродинамики, давление на двух разных уровнях воды будет разным, оно отличается на величину, численно равную весу вертикального столба жидкости, заключенного между этими уровнями, с площадью сечения, равной единице. Рассмотрим сначала случай системы, заполненной водой с одинаковой температурой. Формула для расчета давления была получена Паскалем и выглядит так:

$$p_2 = p_1 + \rho gh, \tag{1}$$

где p_2 — давление в нижней точке; p_1 — давление в верхней точке; ρ — плотность воды, равная приблизительно 1000 кг/м³; g — ускорение свободного падения, равное 9,8 м/с²; h — высота водного столба, м. Напомним, что давление — это тоже сила, а именно, физическая величина, характеризующая состояние сплошной среды и, соответственно, численно равная силе, действующей на единицу площади поверхности [2].



■ Рис. 2. Центры нагрева и охлаждения

Давайте оценим, какое же дополнительное давление p может создать столб жидкости в трехэтажном доме высотой h , например, 8 м, т.е. рассмотрим случай, когда расширительный бак (верхняя точка системы) находится на высоте 8 м относительно котла. Тогда гидростатическое давление столба жидкости будет равно:

$$p_{ст} = \rho gh = 1000 \text{ кг/м}^3 \times 9,8 \text{ м/с}^2 \times 8 \text{ м} = 78400 \text{ Па} \approx 0,8 \text{ атм.}$$

Итак, как видно из расчета, гидростатическое давление столба воды трехэтажного дома чуть менее атмосферного давления (1 атм = 101326 Па, [2]).

Гидродинамическое давление при движении воды в трубах

В системе отопления вода не стоит на месте, а течет. Это означает, что имеется гидродинамическая составляющая давления. Рассчитаем ее и сравним со статическим давлением. При установившемся движении потока воды полное давление по уравнению Бернулли [4] составит:

$$p = \frac{\rho v^2}{2} + \rho gh,$$

где p — давление, Па; ρ — плотность воды, кг/м³; g — ускорение свободного падения, м/с²; h — расстояние от оси потока воды до плоскости сравнения, м; v — скорость движения воды в потоке, м/с; ρgh — гидростатическое давление, Па.

Оценим обе составляющие. При скорости $v = 1,5$ м/с имеем $\rho v^2/2 = 1091$ Па.

Возьмем перепад высот 1 м, для него гидростатическое давление составит:

$$\rho gh = 1000 \times 9,8 \times 1 = 9800 \text{ Па.}$$

Мы видим, что даже при небольшой высоте в 1 м гидродинамическое давление почти в 10 раз меньше гидростатического, а для трехэтажного дома это значение превышает 78000 раз. Поэтому гидродинамическим давлением можно пренебречь, что существенно упрощает расчеты.

Давление с учетом нагрева воды в котле

В системе отопления вода не просто течет, а еще и нагревается котлом. Рассчитаем гидростатическое давление в системе водяного отопления с нагреваемой водой. Что изменилось в этом случае по сравнению с ранее рассмотренным? Изменилась температура воды. Следовательно, изменится и давление воды в системе. Это очень важный факт! Покажем, как влияет нагрев воды на давление в системе. Обозначим точку выхода горячей воды буквой «г», темпера-

туру воды обозначим t_g , плотность воды, соответственно, ρ_g (рис. 2). Горячая вода проходит по системе вверх, охлаждается и стекает вниз.

Обозначим точку охлаждения буквой «о», температуру и плотность воды, соответственно, t_o и ρ_o . Точка «о» расположена, разумеется, выше точки «г». Максимальное гидростатическое давление в стояке с горячей водой, согласно закону Паскаля, описанному ранее в (1), будет равно:

$$p_g = g(\rho_g h_1 + \rho_g h_2) + p_{атм}, \quad (2)$$

где h_1 — высота столба жидкости до верхней магистрали; h_2 — высота столба жидкости от верхней магистрали до поверхности воды в расширительном баке; $p_{атм}$ — атмосферное давление, Па.

Аналогично определяется давление в точке «о»:

$$p_o = g(\rho_o h_1 + \rho_o h_2) + p_{атм}. \quad (3)$$

Поскольку плотность холодной воды больше, чем горячей, т.е. $\rho_o > \rho_g$, сравнение формул (2–3) показывает, что давление в холодном стояке будет больше, т.е. $p_o > p_g$. Это различие в значениях давления и вызывает циркуляцию воды в системе отопления. Естественным циркуляционным (гравитационным) давлением ре называется разница между давлением столба холодной и горячей воды. Вычитая (2) из (3), получим самую главную в этой статье формулу естественного циркуляционного давления, создающего движение в системе отопления:

$$p_e = p_o - p_g = gh_1(\rho_o - \rho_g).$$

В общем виде естественное циркуляционное давление в системе водяного отопления равняется:

$$p_e = gh(\rho_o - \rho_g), \quad (4)$$

где h — расстояние между центрами охлаждения и нагревания воды.

Под действием этого давления и происходит циркуляция воды в системе, при этом давление уравновешивается потерями давления на преодоления сил трения воды о стенки системы отопления.

Заметим характерную особенность данной системы отопления: гидростатическое давление в точке присоединения магистральной трубы к трубе расширительного бака всегда постоянно и равно $gh\rho_g$. А сама эта точка называется «точкой постоянного давления» или «нейтральной точкой» рассматриваемой системы отопления.

Как видно, гидростатическое давление во всех остальных точках системы при циркуляции воды изменяется следующим образом: перед точкой охлаждения оно увеличивается, а после точки

охлаждения — уменьшается. При циркуляции воды в замкнутом контуре гравитационной системы отопления гидростатическое давление изменяется во всех точках, за исключением одной точки присоединения в системе трубы расширительного бака.

Расчет естественного циркуляционного давления через плотности воды

В предыдущем разделе мы получили формулу (4) для расчета давления воды в системе отопления с естественной циркуляцией.

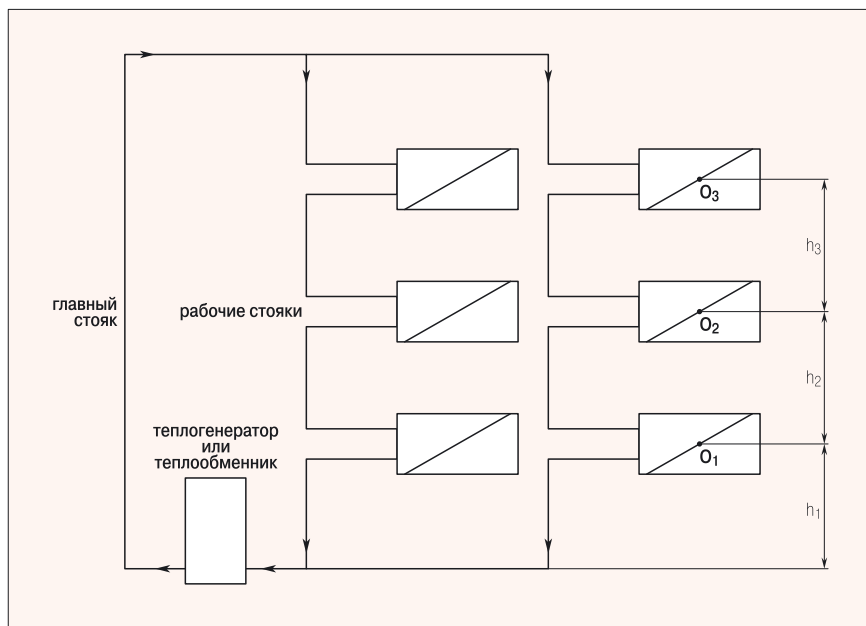
Но для более полного расчета циркуляционного давления необходимо учитывать радиаторы и подводящие трубы. Нагревание и охлаждение воды создает неоднородное распределение ее плотности. Постепенное охлаждение воды в подводящих трубах сменяется быстрым охлаждением в отопительных приборах (радиаторах). Общее давление будем рассчитывать как сумму двух величин: давления Δp_p , образующегося вследствие охлаждения воды в радиаторах, и давления $\Delta p_{тр}$, вызываемого охлаждением воды в трубах:

$$\Delta p_e = \Delta p_p + \Delta p_{тр}. \quad (5)$$

В большинстве случаев первое слабое является основным по значению, а второе — дополнительным. В одноэтажных же зданиях основным является второе, т.е. давление, вызываемое охлаждением воды в трубах.

Для расчетов обычно используют среднюю величину температуры на однородном участке тепловой сети. Для этого вводится такое понятие как «центр охлаждения теплоносителя». Тогда можно предположить для расчетов, что система отопления состоит из участков с одинаковой температурой, и температура меняется не постепенно по трубе или в радиаторе, а скачкообразно. Изменение температуры происходит в центрах охлаждения. При этом гидростатическое давление также меняется скачком в этих центрах, а на остальных участках остается постоянным.

Используя такой подход, покажем, как рассчитать естественное давление для однотрубной системы отопления. Для примера рассмотрим трехэтажный дом. Аналогично можно рассчитать и систему на любое количество этажей. На рис. 3 показана схема вертикальной однотрубной системы водяного отопления с верхней разводкой для трехэтажного дома.



■ Рис. 3. Вертикальная однотрубная система водяного отопления с верхней разводкой

Получим значение циркуляционного давления с использованием метода условных центров нагревания и охлаждения воды в трубах. Сами центры находятся на разной высоте относительно плоскости отсчета.

Сначала напишем расчетную формулу для гидростатического давления p_1 в главном стояке. Высоту стояка примем равной $h_1 + h_2 + h_3$, не считая части стояка выше условного центра охлаждения верхнего прибора O_3 , где температура воды принята равной температуре воды в главном стояке. Тогда давление составит $p_1 = g\rho_r(h_1 + h_2 + h_3)$, где ρ_r — плотность горячей воды в системе.

Гидростатическое давление в рабочих стояках с учетом тех же высот при плотности воды на этажах, соответственно, ρ_o, ρ_1 и ρ_2 составит:

$$p_2 = g(\rho_o h_1 + \rho_1 h_2 + \rho_2 h_3).$$

Естественное циркуляционное давление в вертикальной однотрубной системе с верхней разводкой, возникающее вследствие охлаждения воды в приборах, определяется как разность гидростатического давления в рабочих и главном стояках:

$$\Delta p = g[h_3(\rho_2 - \rho_r) + h_2(\rho_1 - \rho_r) + h_1(\rho_o - \rho_r)]. \quad (6)$$

Из уравнения видно, что для получения естественного давления следует вертикальное расстояние от центров охлаждения и нагревания до плоскости отсчета умножить на разности плотности воды после и до каждого центра, считая по направлению движения воды. Кстати, из этого же уравнения следует, что в систе-

ме отопления с верхней разводкой естественное циркуляционное давление Δp всегда больше, чем в системе с нижней разводкой, за счет увеличения вертикального расстояния от центра охлаждения в верхней магистрали до центра нагревания.

Таким образом, мы получили расчетную формулу для определения давления на основании известных высот этажей и известных средних плотностей воды на этажах. На практике удобнее вести расчеты не через плотность воды, а через значения температуры воды на этажах. Об этом следующий раздел.

Расчет естественного циркуляционного давления через значения температуры воды

Потребителю и проектировщику удобно оперировать значениями температуры при расчетах давления. Для этого надо в уравнении (6) выразить плотности воды через температуру. На рис. 1 показан график зависимости плотности от температуры. Для расчетов вполне можно считать эту зависимость линейной с коэффициентом K [кг/(м³·°C)], представляющим собой, по сути, среднее уменьшение плотности при увеличении температуры воды на 1 °C:

$$K = \frac{\rho_o - \rho_r}{t_r - t_o}.$$

Этот коэффициент нетрудно вычислить. Например, взяв температуры из наиболее широко используемого диапазона температур $t_r = 95^\circ\text{C}$ и $t_o = 70^\circ\text{C}$, получим $K \approx 0,64 \text{ кг}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$.

Тогда уравнение (6) будет выглядеть следующим образом:

$$\Delta p = gK[h_3(t_r - t_2) + h_2(t_r - t_1) + h_1(t_r - t_o)]. \quad (7)$$

Итак, зная температуры воды на этажах и высоту этажей, можно рассчитать естественное циркуляционное давление в системе. Высоту проектировщик обычно знает. Расчету температур посвящен следующий раздел, поскольку температура зависит от расхода воды в системе отопления и тепловой мощности.

Расход воды в системе отопления

Расход воды, т.е. количество воды, протекающее через систему в единицу времени, напрямую связано с количеством тепла, которое мы хотим получить. Как известно из законов теплопередачи [3], количество тепла Q_m [Дж], которое отдает вода при охлаждении от t_r до t_o составляет:

$$Q_m = cm(t_r - t_o), \quad (8)$$

где m — масса воды, кг; c — удельная теплоемкость воды (4178 Дж/(кг·°C) [2]).

При проектировании системы отопления оперируют обычно мощностями [Вт], т.е. количеством тепла, отдаваемым в единицу времени:

$$Q = \frac{Q_m}{\tau}.$$

Поэтому разделив обе части уравнения (8) на время τ , получим соотношение:

$$Q = cG(t_r - t_o), \quad (9)$$


где $G = m/\tau$ — расход воды, кг/с; Q — тепловая мощность системы отопления, Вт; t_r и t_o — температуры подающей горячей и обратной охлажденной воды в системе отопления, °C. Отсюда:

$$G = \frac{Q}{c(t_r - t_o)}.$$

Реальный расход воды в стояке $G_{ст}$ при заданном теплоснабжении, температуре воды и типе отопительных приборов определяется по формуле, аналогичной предыдущей, но с введением коэффициентов:

$$G_{ст} = \frac{Q_{ст}\beta_1\beta_2}{c(t_r - t_o)}, \quad (10)$$

где $Q_{ст}$ — тепловая нагрузка стояка, равная суммарной теплопотребности помещений; β_1 — поправочный коэффициент, учитывающий теплоотдачу дополнительной площади, принимаемой при установке отопительных приборов за счет округления сверх расчетной площади теплопередачу через дополнительную площадь приборов, принятых к установке; β_2 — поправочный коэф-

Незабываемый комфорт с **De Dietrich** 



GTU 120



Давление 6 бар*

Эвтектический чугун
(легче на 20%)

Русифицированное
меню

100% контроль
качества

Гарантия 5 лет

Товар сертифицирован. На правах рекламы.

Техническое сопровождение партнеров

Проектирование

Обучение

Склад запчастей



РУСКЛИМАТ
Т Е Р М О

Официальный партнер компании DeDietrich:

Москва: отдел продаж по Москве и МО: (495) 777-19-69, отдел региональных продаж: (495) 777-19-78,
Астрахань (8512) 54-15-56, Барнаул (3852) 377-711, Волгоград (8442) 95-53-45,
Калуга (4842) 565-535, Новосибирск (383) 230-03-03, Омск (3812) 46-77-77,
Ростов-на-Дону (863) 2-698-698, Санкт-Петербург (812) 350-14-14, Саратов (8452) 277-622,
Тольятти (8482) 691-000, Тюмень (3452) 32-00-34, Уфа (347) 275-6000

*Для котлов мощностью от 100 кВт

■ Изменение расхода воды в зависимости от температуры обратной линии табл. 2

Q ₁ , Вт	Q ₂ , Вт	Q ₃ , Вт	Q _{общ} , Вт	t _г , °С	t _о , °С	G _{ст} , кг/ч	t ₃ , °С	t ₂ , °С
1100	900	1400	3400	95	70	116,93	84,71	78,09
1100	900	1400	3400	95	60	83,52	80,59	71,32
1100	900	1400	3400	95	50	64,96	76,47	64,56
1100	900	1400	3400	95	40	53,15	72,35	57,79

■ Изменение расхода воды в зависимости от температуры подающей линии табл. 3

Q ₁ , Вт	Q ₂ , Вт	Q ₃ , Вт	Q _{общ} , Вт	t _г , °С	t _о , °С	G _{ст} , кг/ч	t ₃ , °С	t ₂ , °С
1100	900	1400	3400	95	50	64,96	76,47	64,59
1100	900	1400	3400	85	50	83,52	70,59	61,32
1100	900	1400	3400	80	50	97,44	67,65	59,71
1100	900	1400	3400	75	50	116,93	64,71	58,09

фициент, учитывающий дополнительные теплопотери вследствие размещения отопительных приборов у наружных ограждений.

Из полученного соотношения (10) видно, что расход воды в однотрубном стояке прямо пропорционален тепловой нагрузке стояка и обратно пропорционален расчетному перепаду температуры воды в стояке Δt_{ст}.

Пример расчета расхода воды

Покажем на конкретном примере, как рассчитать расход воды в системе отопления для небольшого трехэтажного дома. Высота каждого этажа у нас пусть будет: h₁ = h₂ = 3 м, h₃ = 2 м.

Допустим, мы распределили тепловую нагрузку отопительных приборов на трех этажах дома, включая коэффициенты β₁ и β₂ таким образом: Q₁ = 1100 Вт, Q₂ = 900 Вт, Q₃ = 1400 Вт.

Зададим также температуру подающей горячей воды t_г = 95 °С и обратной охлажденной воды t_о = 70 °С, K = 0,64 кг/(м³·°С). Общая тепловая нагрузка G_{ст} равна сумме нагрузок на всех этажах: Q_{ст} = 1100 + 900 + 1400 = 3400 Вт.

Подставляя эту величину в формулу (10), получим G_{ст} [кг/с]:

$$G_{ст} = \frac{1100 + 900 + 1400}{4187(95 - 70)} \approx 0,032.$$

На практике удобно пользоваться единицами измерения расхода кг/ч.

Примечание: поскольку в часе 3600 секунд, для перевода в кг/ч полученную величину надо умножить на 3600. Таким образом, получаем расход воды, который ожидается в рассчитываемой системе отопления трехэтажного дома: G_{ст} = 0,032 × 3600 ≈ 117 кг/ч.

Заметим, если температура охлажденной воды в системе будет ниже, то расход уменьшится. Эту ситуацию иллю-

стрирует табл. 2 и рис. 4. Например, при температуре охлажденной воды 50 °С расход снизится до 65 кг/ч. Для случая t_о = 40 °С расход составит 53 кг/ч.

Аналогично можно проанализировать понижение температуры подающей линии, что вызывает увеличение расхода (табл. 3 и 4).

Температура воды на участках отопительной системы

Зная расход воды, можно теперь рассчитать и температуры на всех участках стояка. Начнем считать сверху. Для этого сначала воспользуемся формулой (9) для всего стояка и для верхнего этажа (в данном примере это третий этаж):

$$Q_{ст} = cG(t_g - t_o), \tag{12}$$

$$Q_3 = cG(t_g - t_3).$$

Разделим одно уравнение на другое:

$$\frac{Q_{ст}}{Q_3} = \frac{t_g - t_o}{t_g - t_3},$$

откуда после несложных преобразований получим:

$$t_3 = t_g - Q_3 \frac{t_g - t_o}{Q_{ст}}. \tag{13}$$

Аналогично рассчитывается температура следующего этажа:

$$t_2 = t_g - (Q_3 + Q_2) \frac{t_g - t_o}{Q_{ст}}. \tag{14}$$

В общем виде температура воды на i-м участке однотрубного стояка будет равна:

$$t_i = t_g - \sum Q_i \frac{\Delta t_{ст}}{Q_{ст}},$$

где ∑Q_i — суммарная тепловая нагрузка всех отопительных приборов на стояке до рассматриваемого участка, считая по направлению движения воды.

Воспользовавшись формулой (12) и выражая разности температур (t_г - t_о) через тепловые нагрузки и расход воды в стояке получим:

$$t_3 = t_g - \frac{Q_3}{cG}, \quad t_2 = t_g - \frac{Q_3 + Q_2}{cG}.$$

В общем виде:

$$t_i = t_g - \frac{\sum Q_i}{cG}.$$

Пример расчета температуры воды

Определим температуру воды на участках стояка для отопительной системы дома с теми же параметрами, что и в предыдущем примере для случая t_г = 95 °С и t_о = 50 °С. Расход воды в этом случае равен 65 кг/ч (табл. 2). Подставляя эти величины в расчетные формулы (13) и (14) получим значения температур [°С]:

$$t_3 = t_g - \frac{Q_3}{cG_{ст}} = 95 - \frac{1400 \times 3600}{4187 \times 65} \approx 76,5,$$

$$t_2 = t_g - \frac{Q_3 + Q_2}{cG_{ст}} = 95 - \frac{(1400 + 90) \times 3600}{4187 \times 65} \approx 65.$$

Здесь введен множитель 3600 для пересчета расхода обратно из кг/ч в кг/с.

Температура воды в системе нижнего этажа принята равной температуре на входе в котел, т.е. t₁ ≈ 50 °С.

Итак, мы получили все три значения температур воды на всех трех этажах.

Эти примеры показывают, как несложным способом с помощью простых арифметических действий можно рассчитать температуры участков для конкретного случая.

Расчет естественного циркуляционного давления

Зная значения температур, можно теперь рассчитать и естественное циркуляционное давление по формуле (7). Сразу поясним, что этот расчет мы ведем для того, чтобы убедиться, что данное давление способно «продавить» воду в планируемой системе, т.е. преодолеть силу трения воды о стенки трубопровода. Приведем пример расчета.

Пример расчета циркуляционного давления

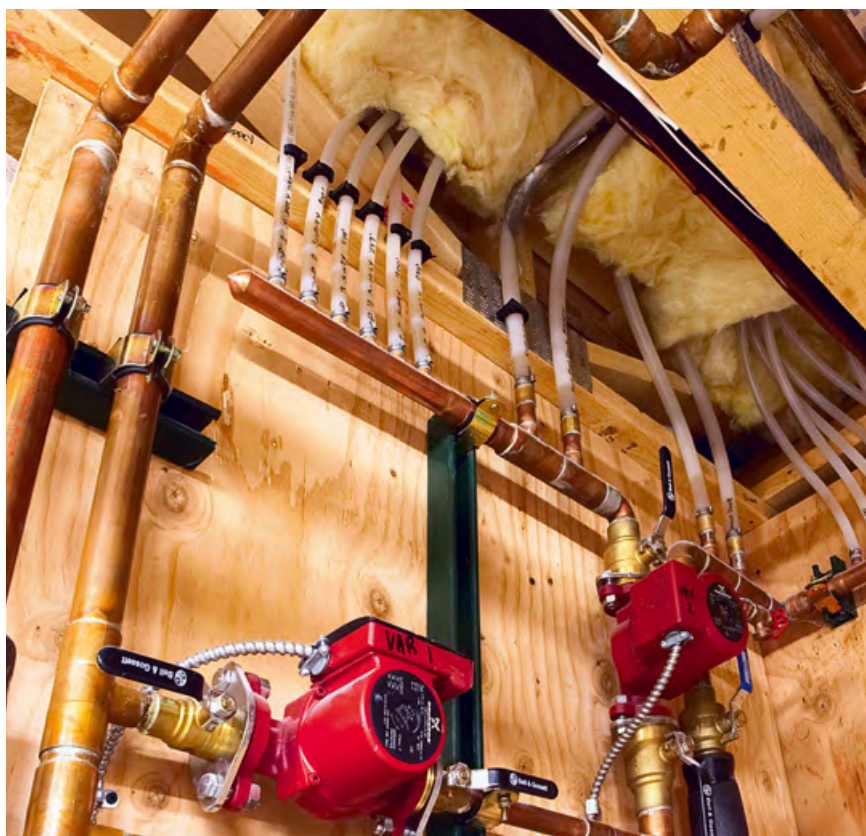
Определим естественное циркуляционное давление для случая t_г = 95 °С и t_о = 50 °С. По формуле (7), подставляя конкретные величины, а именно g = 9,8 м/с², K = 0,64, t₂ = 65 °С, t₃ = 76,5 °С, получим:

$$\Delta p = gK [h_3(t_g - t_3) + h_2(t_g - t_1) + h_1(t_g - t_o)] = 9,8 \times 0,64 \times [3 \times (95 - 76,5) + 3 \times (95 - 65) + 2 \times (95 - 50)] \approx 9,8 \times 0,64 \times (55,5 + 90 + 90) \approx 1480 \text{ Па}.$$

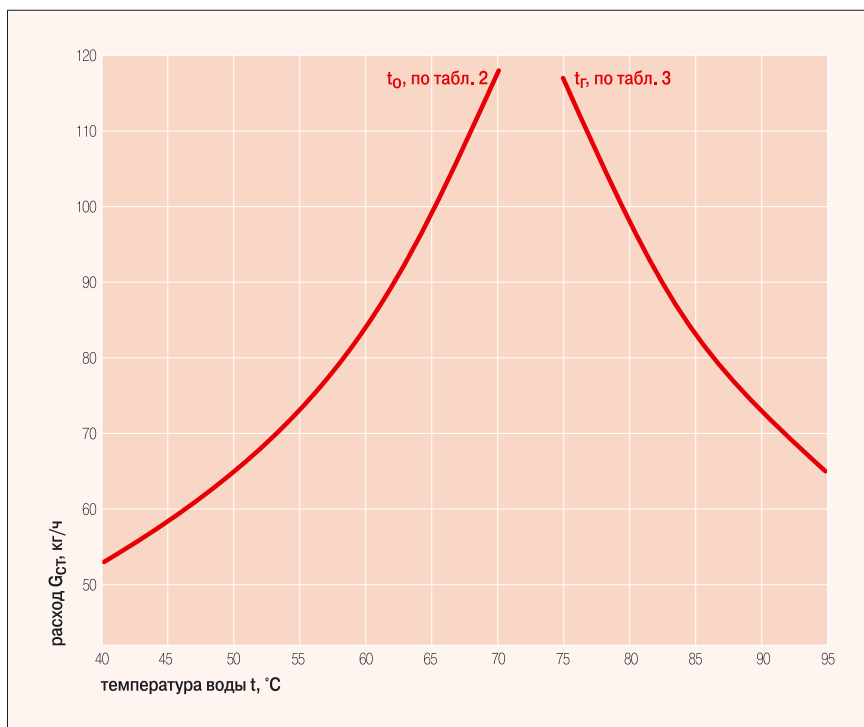
На практике температуру воды на входе в котле можно опустить до 40 °С, и в этом случае естественное давление будет выше. Аналогично считая расход и температуру на этажах, можно получить результаты для различных случаев (табл. 2). Читатель без труда и с интересом сам может проделать подобные расчеты для своей системы, чтобы узнать, какое же давление ожидается для конкретных входных величин, а именно, теплотребления на всех этажах, высоты всех этажей и температуры на входе и выходе из котла. В нашем примере мы получили, что давление в системе за счет разницы в плотности горячей и холодной воды составляет чуть менее полутора тысяч паскаль. Возникает естественный вопрос: много это или мало? Хватит ли этого давления для того, чтобы прокачать воду в системе?

Размеры трубопровода системы отопления

Все описанные ранее расчеты давления выполнялись для того, чтобы понять, сможет ли давление воды преодолеть силу трения воды о стенки труб. Поэтому



www.wallpaperfree.com



■ Рис. 4. Изменение расхода воды в зависимости от температуры подающей/обратной линий

■ Удельные линейные потери давления R, Па/м

табл. 4

Потери давления R, Па/м	Расход воды G, кг/ч, в стальных водопроводных трубах с диаметром условного прохода, мм						
	10 мм	15 мм	20 мм	25 мм	32 мм	40 мм	50 мм
140	128	236	519	1007	2099	3009	5878
150	132	245	538	1044	2175	3118	6090

при расчетах реальных систем учитывают силу трения воды о стенки трубопровода или, как это принято в строительных расчетах, потери давления в трубах. При этом используют такую характеристику как «среднее значение потери давления на единицу длины» $R_{ср}$. Зная эти потери, можно выбрать диаметр труб, исходя из принятого расхода воды и среднего ориентировочного значения удельной линейной потери давления.

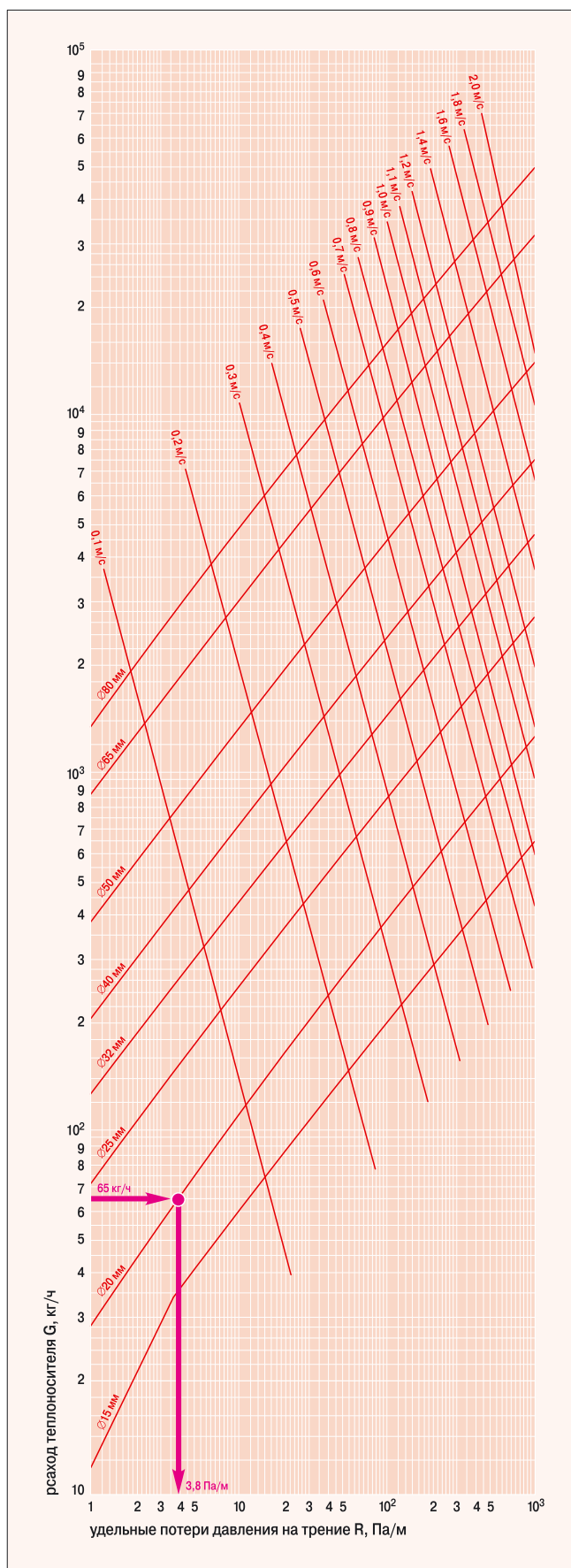
При гидравлическом расчете потери давления на участке $\Delta p_{уч}$ определяются по формуле Дарси-Вейсбаха, известной из курса гидравлики [5]:

$$R_{ср} = \lambda \frac{l \rho v^2}{2d}$$

где λ — коэффициент гидравлического трения; l и d — длина и диаметр трубы; ρ — плотность воды; v — средняя скорость течения жидкости.

Из формулы видно, что потери давления пропорциональны квадрату скорости потока v и обратно пропорциональны диаметру трубы d .

Строителями и проектировщиками составлены специальные таблицы удельных потерь для разных случаев [4]. Для примера в табл. 4 приведены значения удельных линейных потерь давления для температур горячей воды в диапазоне 95–105 °С и холодной 70 °С.



■ Рис. 5. Номограмма гидравлического расчета трубопроводов водяного отопления из стальных труб



www.worldwallpaperfree.com

Для расчета удельных потерь на трение удобно пользоваться также номограммами (рис. 5) [5]. Исходя из расчетной величины расхода теплоносителя G и планируемого диаметра трубы можно определить расчетные потери на трение. Для этого надо найти на вертикальной оси значение G , выраженное в $\text{кг}/\text{м}^3$, затем провести горизонтальную черту до линии, соответствующей диаметру трубы. От точки пересечения этой черты с линией надо провести вертикальную линию вниз до оси удельных потерь.

Пример выбора диаметра трубопровода

В рассматриваемом нами примере системы отопления трехэтажного дома для $G = 65 \text{ кг}/\text{ч}$ выберем трубопровод диаметром 20 мм и проанализируем, какие удельные потери давления на трения нас ожидают. Найдя на вертикальной оси число 65 (оно находится почти в самом низу, т.к. расход небольшой) и проведя горизонтальную черту до линии диаметра 20 мм, получим точку пересечения. От нее проводим вертикальную линию и видим, что потери составят около 3,8 Па/м. Это немного! Для естественного давления 1480 Па, которое мы получили ранее, находим, что длина труб может составить $1480/3,8 \approx 389,5$ м. Реально для такого здания общая длина труб составит около 200 м. То есть, в данном примере естественного давления с запасом хватит, чтобы сконструировать систему отопления на основе трубопроводов диаметра 20 мм. А вот труба 15 мм не подойдет: по номограмме можно увидеть, что потери давления составят около 12 Па/м, и максимальная длина трубопровода должна быть почти в два раза короче необходимой, а именно, $1480/12 \approx 123$ м.

Таким образом, в данной статье мы вместе с читателем проследили, как можно рассчитать систему отопления с естественной циркуляцией воды. Задав теплотребление, высоту этажей, температуру на входе и выходе из котла, мы получили давление и оценили возможные размеры трубопроводов: входной диаметр и общую длину. □

1. Методика расчета электрической мощности электродвигателей, используемых для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения жилых домов и общественных зданий и сооружений Минтопэнерго РФ 14.11.1996.
2. Интернет-портал «Википедия». ru.wikipedia.org.
3. Исаченко В.П. и др. Теплопередача: Учебник для ВУЗов. Изд. 3-е, перераб. и доп. — М.: Энергия, 1975.
4. Богословский В.Н., Сканави А.Н. Отопление. Учебник для ВУЗов. — М.: Стройиздат, 1991.
5. Физическая энциклопедия. — М.: Советская энциклопедия, 1988.
6. Покотилов В.В. Пример гидравлического расчета горизонтальной однотрубной системы отопления с применением радиаторных узлов «ГЕРЦ-3000» // Журнал «С.О.К.», www.c-o-k.com.ua

ГАЗОВЫЕ НАСТЕННЫЕ КОТЛЫ

NEVA LUX

NEVA Lux 8224, 8624



- Закрытая камера сгорания (8224) или открытая камера сгорания (8624)
- Мощность — 27,6 кВт
- Производительность — 14 л/мин
- Отдельный теплообменник для ГВС
- Автоматическое поддержание заданной температуры воды с точностью $\pm 1^{\circ}\text{C}$
- Электронное кнопочное управление
- Плавное автоматическое электронное зажигание
- Возможность работы в режиме «Теплые полы»
- Возможность подключения комнатного термостата и уличного датчика
- Система самодиагностики с выводом кодов ошибок на ЖК дисплей
- Современная европейская автоматика повышенной надежности
- Широкая сервисная сеть



Пульт ДУ



БАЛТИЙСКАЯ ГАЗОВАЯ КОМПАНИЯ
КОНЦЕРН

WWW.BALTGAZ.RU

Реклама Товар сертифицирован

Теплопункты, не занимающие места

Минувшее десятилетие привнесло много нового в нашу жизнь, начиная от общественно-политического устройства общества и государства и кончая отдельными элементами быта и повседневной жизни. Не обошли стороной глобальные изменения и различные области техники, в т.ч. коммунальное хозяйство. Здесь появилось множество новых образцов техники и масса непривычных, ранее широко не применявшихся у нас технических решений.

В.Г. БАРОН, к.т.н., директор ООО «Теплообмен» (г. Севастополь)

К их числу относится использование индивидуальных тепловых пунктов (ИТП). В обоснование необходимости их массового применения было приведено такое большое число достаточно убедительных аргументов, что на сегодня это, еще недавно непривычное в нашем коммунальном хозяйстве решение, стало уже почти традиционным. И действительно, оно во многих случаях является достаточно удачным и наиболее предпочтительным. Но среди аргументов, обосновывающих целесообразность применения ИТП, не последнее место занимают порой не бесспорные соображения.

В частности, о том, что применение современных зарубежных ИТП позволяет экономить место при размещении теплового оборудования и что эти ИТП можно размещать в затесненных и труднодоступных помещениях, например, в подвальных и иных аналогичных помещениях уже эксплуатирующихся домов. Среди отнюдь не бесспорных аргументов можно выделить и тезис о низкой трудоемкости установки таких индивидуальных тепловых пунктов, а также об их высокой ремонтпригодности. При этом априори принимается постулат о том, что сегодня не может быть создан теплопункт, еще менее требовательный к площадям и условиям доставки оборудования к месту установки и еще более доступный и удобный в обслуживании, а потому более предпочтительный к использованию.

В настоящей статье показано, что это ошибочное мнение, и что существует сугубо отечественная техника и основанная на базе ее применения идеология создания ИТП, позволяющая значительно превысить действительно выдающиеся соответствующие свойства импортных теплопунктов.

Традиционные ИТП

Все эти годы, прошедшие с момента появления на рынке стран СНГ импортного оборудования, в качестве практически единственной идеологии создания ИТП проводилась в жизнь идея об ИТП, поставляемых заказчику в состоянии заводской готовности в виде блок-модуля. Среди ряда преимуществ такой идеологии непременно называлось соображение о том, что это, якобы, единственная возможность добиться максимальной компактности теплопункта и, в значительной мере благодаря этому, достичь минимизации его веса (ввиду того, что на предприятии-изготовителе имеется возможность детально и всесторонне проработать те несколько вариантов ИТП, которое данное предприятие освоило в качестве серийной продукции). Кроме того, в качестве преимуществ таких теплопунктов указывалась их высокая надежность, обусловленная испытаниями полностью собранного изделия на испытательном стенде предприятия-изготовителя.

К сожалению, мы не можем согласиться с этими, уже ставшими общепринятыми, утверждениями. Дело в том, что все без исключения ИТП, поставляемые из-за рубежа, как впрочем и уже собираемые у нас, предусматривают применение в качестве теплообменников аппаратов пластинчатого типа. Такие аппараты, в принципе действительно являясь достаточно компактной конструкцией, все же характеризуются тремя сопоставимыми между собой размерами — шириной, длиной (толщиной) и высотой. Таким образом, эти изделия внешне выглядят как некая тумбочка, шкафчик, в конце-концов, как кейс-дипломат, т.е. представляют собой трехмерное оборудование, имеющее форму параллелепипеда.

Если учесть, что эти аппараты должны иметь еще как минимум четыре подводяще-отводящих трубопровода, ориентированных по нормали к их торцевой, наибольшей по площади, поверхности (а иногда и к обоим торцевым поверхностям), то становится очевидным, что габаритный объем, занимаемый таким изделием на объекте, заметно превышает незначительный чистый габаритный объем самого теплообменника. Причем этот объем по форме приближается к кубу. Такая особенность одного из основных элементов ИТП однозначно диктует идеологию создания всего ИТП — упомянутый теплообменный аппарат (аппараты) располагается в центре объема, отведенного под создаваемый ИТП, а все остальное оборудование, входящее в ИТП (арматура, датчики температуры и расходов, автоматика, теплосчетчики и пр.), располагается вокруг, по возможности более плотно заполняя все равно уже выделенное из-за теплообменников пространство. Необходимо признать, что это, наверное, наиболее оптимальное решение, если изначально задаться условием, что в качестве теплообменного аппарата применяется именно пластинчатый теплообменник.

Действительно, раз для установки теплообменника требуется некоторый объем, причем не полностью заполненный, то целесообразно остальное оборудование разместить в свободных частях этого объема. В результате всегда получается стойка-шкаф, занимающая пусть и небольшой (хотя что значит «небольшой»?) объем и имеющая, как правило, вес, исключающий беспрепятственную ручную доставку такого ИТП по узким и не прямолинейным коридорам подвальных и иных подсобных помещений давно эксплуатирующихся домов.

Тем не менее, такие теплопункты приняты в большинстве городов стран СНГ в качестве основного, чтобы не сказать единственного, варианта их исполнения. Хотя очевидно, что для реализации зачатую принимаемой в этих городах концепции массового подключения домов к системам теплоснабжения через ИТП, блок-модули таких теплопунктов придется устанавливать в ранее не предназначенных для этого и потому труднодоступных помещениях давно возведенных домов. В результате в реальной жизни все выглядит не так привлекательно, как представляется при прослушивании лекций иностранных специалистов и их представителей.

Во-первых, зачастую импортный (или собранный на месте по технологии зарубежных фирм) ИТП просто не может быть доставлен к месту установки через имеющиеся проходы, тем более при отсутствии возможности использования грузоподъемных средств.

В итоге (и такие примеры в жизни не единичны) блок-модуль, полностью собранный на предприятии-изготовителе, приходится полностью или хотя бы частично разбирать, по частям доставлять на место установки и собирать заново. Более того, есть объекты, где приходилось даже разрезать несущую раму, т.к. только в таком случае появлялась возможность занести ИТП в отведенное ему помещение.

Тогда возникает логичный вопрос — а сохранилось ли преимущество заводской сборки, состоящее в снижении трудоемкости и сокращении времени монтажа на объекте за счет исключения необходимости на месте собирать оборудование? Как и вопрос об обеспечении более высокого качества самого ИТП за счет его проверки в сборе на стенде предприятия-изготовителя? Или наоборот, в таких случаях задекларированное преимущество превращается в свою противоположность — трудоемкость и время монтажа возрастают за счет необходимости предварительного выполнения операций демонтажа, а качество снижается, т.к. на объекте приходится выполнять операции сборки, не предусмотренные базовой технологией, а значит и не обеспеченные соответствующим монтажным и пробным инструментом?

Во-вторых, такие ИТП, представляя собой некий шкаф, предполагают необходимость доступа к ним со всех или почти со всех сторон для обеспечения обслуживания установленного в них оборудования. В итоге требования к кубатуре помещения оказываются не столь скромны, как может показаться при первом знакомстве с таким ИТП, что порой делает невозможным использование для размещения ИТП ранее предполагавшихся подвальных и иных аналогичных помещений. Приходится выделять более крупногабаритное, а потому более ценное помещение, которое могло бы иметь самостоятельную коммерческую ценность.

В-третьих, ИТП, выполненные в виде блок-модуля с размещенными почти всегда в центральной его части теплообменниками, создают немалые, но не оче-



■ Планшетный теплопункт

видные на первый взгляд, эксплуатационные проблемы. Дело в том, что среди другого оборудования, входящего в состав ИТП, теплообменные аппараты являются тем оборудованием, техническое обслуживание которого является наиболее вероятным, и, необходимо подчеркнуть, наиболее трудоемким и сложным (ввиду того, что разборные пластинчатые теплообменники являются наиболее тяжелым видом оборудования в ИТП и при этом для своего обслуживания зачастую требуют разборки). И именно это оборудование оказывается наименее доступным, т.к., образно говоря, является «сердцем» такого ИТП и находится в его середине. Эта особенность в значительной мере нивелирует такое преимущество разборных пластинчатых теплообменников, как возможность доступа для осмотра, очистки, замены и, при необходимости, добавки рабочих пластин.

Таким образом, очевидно, что принятые в ряде городов в качестве основного варианта современные импортные и им аналогичные ИТП, поставляемые в виде блок-модуля в состоянии заводской готовности, имеют целый ряд существенных недостатков, в значительной мере лишающих эти индивидуальные тепловые пункты некоторых из их основных рекламных преимуществ.

Но есть ли достойная альтернатива, позволяющая перейти на подключение существующих домов через ИТП и при этом свободная от вышеперечисленных недостатков?

ИТП на базе теплообменников ТТАИ Теплопункты в виде блок-модуля

Нашим предприятием, на котором разработаны и выпускаются исключительно легкие и малогабаритные теплообменные аппараты ТТАИ, были разработаны две принципиально новые идеологии создания ИТП. Обе идеологии обретают свои преимущества только при использовании теплообменных аппаратов ТТАИ, т.е. псевдоодномерных и не требующих опорных конструкций теплообменников. Одна из этих идеологий наиболее близка вышеописанной традиционной идеологии. Согласно этой концепции ИТП, включая арматуру, средства автоматики, теплосчетчик и пр., собирается на раме в виде блок-модуля, но в его составе непосредственно не присутствует теплообменник (теплообменники), как это показано на фото.

Соответствующие теплообменники входят в комплект поставки, но прилагаются отдельно. Благодаря этому теплообменники могут располагаться в удобном месте поблизости от блок-модуля, совершенно не требуя для своего размещения отдельных площадей. Они могут быть размещены в этом же помещении под подволоком, в имеющихся каналах, над дверным проемом, вертикально в углу или даже на стене в соседнем помещении. На фото показан теплообменный аппарат ТТАИ, обеспечивающий горячее водоснабжение пятиэтажного офисного здания, расположенный на стене точно в проекции идущих по стене трубопроводов холодного и горячего

фото предоставлено автором.

водоснабжения здания (для сведения — нижняя из трех горизонтальных труб, частично закрытая циферблатом манометра, и есть теплообменник ТТАИ).

Такое неожиданное на первый взгляд решение — модуль ИТП, непосредственно не включающий теплообменники, — в действительности является, наверно, единственно верным, если ставится задача создать максимально компактный и легко обслуживаемый модульный ИТП. В итоге получается ИТП, характеризующийся практически полным комплексом заявленных преимуществ для импортных модульных теплопунктов, но свободный от некоторых их недостатков. Дело в том, что при равных условиях блок-модуль, созданный по нашей идеологии будет значительно компактнее и радикально легче, чем блок-модуль, собранный на базе разборных пластинчатых теплообменников, что обеспечит его бесппроблемную доставку вручную к месту установки практически в любых, самых стесненных условиях. Кроме того, блок-модуль, непосредственно не включающий в себя теплообменники, может быть размещен в значительно меньшем по размерам помещении, что в современных условиях способно оказать решающее влияние на решение о применяемом ИТП.

Однако этим не исчерпываются все достоинства предлагаемой концепции. Одновременно достигается еще ряд немаловажных преимуществ. В частности, обеспечивается свободный доступ для технического обслуживания наиболее нуждающегося в обслуживании оборудования, т.е. теплообменников. Объясняется это тем, что теплообменник в этом случае не только не находится внутри обязанного между собой оборудования ИТП, но напротив, располагается отдельно и ввиду этого при необходимости может быть легко демонтирован, в т.ч. и в целях замены на более производительный аппарат, если с течением времени появляется необходимость несколько увеличить мощность ИТП. Однако такой ИТП все же предполагает выделение для его размещения некоего помещения, да и к некоторым другим элементам ИТП, кроме теплообменников, доступ для их обслуживания все же несколько затруднен. Стремление добиться того, чтобы ИТП могли размещаться, занимая самые минимальные полезные площади, привело нас к разработке концепции «планшетных» теплопунктов.

«Планшетные» теплопункты

Если разработанные нами модульные теплопункты, не включающие непосредственно в блок-модуль теплообменники, позволяют экономить полезные площади помещений по сравнению с импортными ИТП, да еще при этом обеспечивают повышенную ремонтпригодность ИТП, то созданная нами идеология «планшетных» теплопунктов вообще позволяет «распредоточить» ИТП по стене, тем самым в принципе сняв ограничения по необходимой площади помещения и обеспечив бесппрятственный доступ к каждому элементу оборудования, входящего в ИТП. «Планшетный» ИТП напоминает повешенную на стену картину и достигаемая им минимизация требований к площади помещения, отводимого под теплопункт, становится предельной и просто по определению не достижимой ни для какого импортного ИТП, созданного на базе пластинчатых теплообменников. Конечно, теряется преимущество заводской сборки, т.к. собирать «планшетный» ИТП приходится непосредственно на объекте, но такое преимущество для импортных модульных ИТП нередко на практике является чисто умозрительным.

Для иллюстрации сказанного приведем фотографию «планшетного» теплопункта, размещенного в протяженном и довольно узком помещении, напоминающем коридор (см. фото). На этом объекте заказчик планировал установить импортный ИТП, однако выделенное им же под эти цели помещение (коридор) полностью исключало такую возможность, т.к. между стеной коридора и элементами теплопункта не оставалось даже места, необходимого по противопожарным нормам. Необходимо было подыскивать другое помещение. Проблема была снята путем размещения на объекте нашего «планшетного» ИТП.

«Планшетные» ИТП имеют и другое менее очевидное, но от того не менее значимое преимущество — повышенную надежность. Она достигается, во-первых, тем, что ко всем без исключения элементам оборудования обеспечивается легкий доступ, позволяющий осуществить их техобслуживание, наладку, а при необходимости, и замену без выполнения операций по демонтажу другого, сопряженного оборудования. Во-вторых, все операции по монтажу и наладке ИТП выполняются по штатной технологии. Ведь изначально ясно, что оборудование будет собирать-

ся в ИТП непосредственно на объекте и бригада монтажников будет оснащена необходимым оборудованием и укомплектована персоналом соответствующей квалификации и, кроме того, будет предусмотрена процедура полномасштабных пусконаладочных испытаний.

Нельзя сбрасывать со счетов и такое преимущество, как меньшая стоимость «планшетного» ИТП, хотя в свете всего вышесказанного это преимущество даже в нынешних рыночных условиях может оказаться второстепенным, т.к. в современных, особенно крупных, городах, свободные площади помещений имеют свою коммерческую ценность, зачастую превышающую видимый эффект от снижения стоимости ИТП.

Стоимость «планшетного» ИТП для заказчика зачастую оказывается ниже стоимости модульных ИТП как по той причине, что часть подготовительных работ могут выполнить подсобные рабочие самого заказчика, так и по той причине, что теплообменники ТТАИ всегда на сопоставимые условия дешевле пластинчатых разборных аппаратов.

Обе идеологии, в особенности идеология «планшетных» ИТП, приобретают свои преимущества исключительно при условии использования в качестве теплообменных аппаратов теплообменников ТТАИ. Эти аппараты, будучи псевдоодномерными, могут, не занимая места, располагаться на ограждающих, в т.ч. не несущих конструкциях, и, имея неправдоподобно малый вес, не требуют никаких опор для своего крепления и с успехом держатся за счет жесткости подвешивающе-отводящих трубопроводов.

Итак, ныне массово применяемые традиционные модульные ИТП, собираемые за рубежом или по зарубежной идеологии на базе пластинчатых теплообменников, уступают по целому ряду важных показателей нашим ИТП, не только собираемым на базе отечественных теплообменников ТТАИ, но и разработанным по оригинальной идеологии. Существующее на сегодня положение дел, при котором превалирующим является применение традиционных модульных ИТП, может быть, видимо, объяснено недостаточной информированностью лиц, принимающих решения, о наличии отечественных, превосходящих по потребительским свойствам и апробированных на многих объектах, включая ИТП. Настоящая статья может послужить дополнительным источником соответствующей информации. □



Посвящая себя будущему

MADE
IN
GERMANY

Всё под контролем

testo 875 и testo 881:

Новые герои профессиональной термографии

товар сертифицирован

на правах рекламы



Новые тепловизоры от Testo:

- предотвращают ущерб и экономят деньги
- обладают лучшими характеристиками и делают снимки высокого разрешения
- обеспечивают быстрый и полный анализ объекта

Цена комплекта testo 875 - 169 000 руб с НДС

www.testo.ru/teplovizor



Обслуживание узлов учета количества теплоты

В январе 2008 г. территориальный орган государственного метрологического надзора (инспекция Ростехрегулирования по Хабаровскому краю) проверил все предприятия города Хабаровска, которые имеют лицензию на ремонт средств измерений и занимаются техническим обслуживанием узлов учета тепловой энергии.

С.Н. КАНЕВ, к.т.н., доцент, генеральный директор Хабаровского центра энергоресурсосбережения

По итогам проверки лицензионной деятельности по ремонту средств измерений были составлены протоколы, которые затем были переданы в Арбитражный суд Хабаровского края для возбуждения дела о привлечении лицензиата к административной ответственности. Отметим, что в ходе проверки фактическая деятельность по ремонту СИ не рассматривалась, проверялась только формальная (бумажная) сторона: наличие нормативно-технической и нормативно-технологической документации; наличие журналов ремонта и передачи СИ на поверку; наличие рабочих средств измерения, используемых при ремонте СИ; наличие эталонных СИ, используемых при поверке отремонтированных СИ.

Основные замечания проверяющего органа, в частности для группы предприятий Хабаровского центра энергоресурсосбережения сводились к следующему:

- лицензиат нарушил технологию ремонта средств измерений, а именно: своевременно (в срок до окончания поверки) не обеспечил поверку СИ, используемых в процессе ремонта;
- лицензиат не представил Перечень средств измерений и график поверки средств измерений на 2008 г.;
- лицензиат нарушил условия проведения ремонта — не заключил договор с Государственной метрологической службой на поверку средств измерений после ремонта — манометров и мановакуумметров);
- лицензиат отремонтировал и направил на поверку сужающие устройства, не включенные в лицензируемый вид деятельности;
- лицензиат не сообщил в лицензируемый орган — Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии свой новый, зарегистрированный по Госреестру, юридический адрес.

Все замечания подробно будут рассмотрены ниже, а пока отметим, что Арбитражный суд Хабаровского края в первой инстанции признал все доводы проверяющего органа бездоказательными и решил: в удовлетворении требований инспекции по государственному метрологическому надзору Хабаровского края отказать. Цель данной публикации: обратить внимание организаций, имеющих лицензию на ремонт СИ и занимающихся техническим и сервисным обслуживанием узлов учета тепловой энергии, на аспекты, которые возникают при проверке лицензионной деятельности по ремонту СИ, входящих в состав узла учета.

Рассмотрим следующие понятия: сервисное обслуживание, техническое обслуживание, ремонт, поверка.

Сервисное обслуживание

Понятие «сервисное обслуживание» отсутствует в нормативно-технической документации, но его можно квалифи-

цировать следующим образом. Сервисное обслуживание — это совокупность услуг, направленных на удовлетворение специфических потребностей каждого конкретного клиента.

Понятие сервисное обслуживание узла учета тепловой энергии включает в себя техническое обслуживание, ремонт и дополнительные сервисные функции, оказываемые потребителю — владельцу узла учета:

- снятие показаний и анализ данных о теплопотреблении абонента;
- анализ нештатных ситуаций, возникающих при эксплуатации;
- подготовка отчета о теплопотреблении для абонента и оказании помощи при спорных вопросах, возникающих между абонентом и энергоснабжающей;
- обучение персонала абонента;
- оказание консультационных услуг потребителю по вопросам теплоснабжения его объекта;
- проведение работ по улучшению работы системы теплоснабжения абонента (регулирование, наладка и т.д.).

Техническое обслуживание

В соответствии с [1] техническое обслуживание — это комплекс операций по поддержанию работоспособности изделия при использовании по назначению, ожиданию, хранению и транспортировке. В соответствии с [2] обслуживание — это эксплуатация, ремонт, наладка и испытание оборудования. Эксплуатация — систематическое использование, техническое обслуживание и ремонт теплопотребляющих установок.



www.worldwallpaperfree.com

Таким образом, техническое обслуживание в соответствии с [2] включает в себя ремонт, а для проведения ремонта в соответствии с [3] необходимо иметь лицензию на ремонт СИ.

Применительно к узлам учета тепловой энергии техническое обслуживание осуществляется в целях контроля за правильностью работы узла учета и включает в себя следующие виды работ: систематический контроль за работой приборов, входящих в состав узла учета и диагностика их технического состояния; текущий ремонт и юстировка СИ; при необходимости демонтаж СИ, их ремонт и последующая поверка.

Ремонт

В соответствии с [1] ремонт — комплекс операций по восстановлению работоспособности изделия и восстановление ресурсов изделий или их составных частей. Различаются следующие виды и методы ремонта [1]. Виды ремонта:

□ **капитальный** (ремонт, выполняемый для восстановления исправности полностью или близкого к полному восстановлению ресурса изделия с заменой или восстановлением любых его частей, включая базовые);

□ **средний** (ремонт, выполняемый для восстановления исправности и частичного восстановления ресурса изделия с заменой или восстановлением составных частей ограниченной номенклатуры и контролем технического состояния составных частей, выполняемый в объеме, установленном в нормативно-технической документации);

□ **текущий (мелкий)** ремонт (выполняемый для обеспечения или восстановления работоспособности изделия и состоящий в замене и(или) восстановлении отдельных частей);

□ **ремонт по техническому состоянию** (при котором контроль технического состояния выполняется с периодичностью и в объеме, установленном в нормативно-технической документации, а объем и момент начала ремонта определяется техническим состоянием изделия).

Методы ремонта:

□ **агрегатный** (неисправные агрегаты заменяются новыми или заранее отремонтированными);

□ **метод ремонта специализированной организацией** (выполнение ремонта организацией, специализированной на операциях ремонта);

□ **фирменный ремонт** (выполнение ремонта предприятием-изготовителем).

Поверка

В соответствии с [4] поверка СИ — совокупность операций, выполняемых органами Государственной метрологической службы с целью определения и подтверждения соответствия СИ установленным техническим требованиям. Средства измерения, подлежащие государственному метрологическому контролю и надзору, подвергаются поверке при выпуске из производства или ремонта. Итак, если понятие сервисного, технического обслуживания и ремонта можно объединить, то «поверка» никаким образом не связана с этими понятиями. Между ремонтом и поверкой есть лишь косвенная связь: поверка производится после ремонта, т.е. отремонтированные СИ должны быть поверены. Хотя это спорное утверждение, что будет показано ниже.

О необходимости технического обслуживания узлов учета тепловой энергии, особенно на базе отечественных теплосчетчиков, автор говорил еще 13 лет назад [5]. В то время большинство производителей приборов учета теплоты приняли идею о техническом обслуживании узлов учета «в штыхки». Они мотивировали это тем, что их продукция не нуждается в техническом обслуживании, так как работоспособность их изделий сохраняется в течение всего межповерочного интервала, который составляет, как правило, от трех до пяти лет. После окончания межповерочного интервала проводится плановый ремонт приборов и их последующая поверка. Однако этот миф был развенчан после одного-двух годов эксплуатации этого оборудования.

Практика эксплуатации показала: ни у одного из отечественных теплосчетчиков фактический МПИ на совпадает с паспортным, утвержденным при проведении испытаний на утверждение типа СИ. Для подавляющего большинства отечественных приборов учета фактический МПИ не превышает одного года (хотя иногда встречаются образцы, у которых МПИ составляет два года) при заявленном МПИ в три-пять лет.

Сегодня все отечественные производители приборов учета тепла негласно признают данный факт, внося в НТД на приборы учета графу «техническое обслуживание», рассмотрим ее подробнее.

В этой графе встречаются интересные записи типа: «...В случае применения теплосчетчика в условиях теплоносителей, имеющих физико-химический

состав, отличающийся от требований нормативных документов, необходимо производить периодическую промывку проточной части преобразователей расхода без абразивных материалов; промывку производить регулярно в сервисном режиме, не допуская метрологического отказа; периодичность промывки проточной части зависит от конкретных условий эксплуатации...».

«...Если в измеряемой среде возможно выпадение осадка, то преобразователь расхода необходимо периодически промывать с целью устранения отложений; при этом не допускайте механических повреждений внутренней поверхности преобразователя и его электродов...».

«...При выявлении в процессе эксплуатации желтого налета на внутренней поверхности преобразователя расхода, его необходимо демонтировать и протереть внутреннюю поверхность измерительного участка мягкой тряпкой, чтобы не повредить электроды...».

Не правда ли, забавно?

Во-первых, как определить, соответствует качество теплоносителя нормативным документам или нет? Если даже качество теплоносителя соответствует ГОСТ на выходе из источника, то вовсе не обязательно, что его качество не изменится при протекании по «ржавым» трубам системы теплоснабжения. Во-вторых, каким образом «промывать» проточную часть и каким раствором — об этом в НТД ничего не говорится. И самое главное: как определить, в какой момент необходимо промывать (прочистать) измерительный участок? Как часто надо это сделать в условиях эксплуатации? Не изменятся ли при этом метрологические характеристики прибора? Ответа на эти вопросы в НТД на эти СИ вы не найдете.

В настоящее время необходимость технического обслуживания приборов учета тепла в процессе их эксплуатации не обсуждается. Практически во всех регионах России узлы учета тепла не допускаются к коммерческому учету, если они не находятся на техническом или сервисном обслуживании, хотя 13 лет назад это считалось криминалом.

Прежде чем возвращаться к материалам проверки, еще раз остановимся на понятиях ремонт и поверка СИ. Для ремонта преобразователей расхода, теплосчетчиков и тепловычислителей не требуется никаких эталонных СИ. При ремонте могут использоваться: комплект

ключей и отверток, тестер (мультиметр), осциллограф и т.д. Причем не обязательно, чтобы эти средства были поверены.

После ремонта (с целью определения качества ремонта) эти СИ можно продиагностировать (отъюстировать, калибровать) с помощью эталонных СИ на специальных стендах. Это можно делать, а можно и не делать — если вы уверены в качестве ремонта и не повредили пломбы госповерителя. Причем эту операцию может производить или сама ремонтная организация или любая другая организация.

И, наконец, третья стадия — поверка отремонтированных СИ на специальных стендах с помощью эталонных СИ, которую проводят органы государственной метрологической службы. Если по результатам поверки изделие признается годным, то это означает, что ремонт произведен качественно.

Отметим, что хотя в [4] и записано, что поверке подлежат СИ при выпуске их из ремонта — не все СИ после ремонта необходимо поверять. Так, например, если проводится текущий (мелкий) ремонт СИ (замена батареек, блока питания, предохранителя и т.д.), и при этом пломба госповерителя не повреждается, то данное изделие после ремонта можно и не поверять. В связи с этим возникают интересные вопросы.

Промывка, очистка проточной части преобразователя расхода в процессе эксплуатации — это ремонт или техническое обслуживание? Если в процессе эксплуатации изменились метрологические характеристики прибора, т.е. наступил метрологический отказ (неясно, правда, как это проверить), то это ремонт, на который требуется лицензия и после которого необходимо проводить внеочередную поверку. Если метрологические характеристики не изменились, то это техническое обслуживание и то лицензия на ремонт СИ не нужна.

Регулировка прибора — это ремонт или не ремонт? Вопрос не прост, как кажется на первый взгляд. Допустим, прибор отрегулировали и изменили его класс на более низкий, например, с 0,25 на 0,5. При этом прибор остался работоспособным. Если это квалифицировать как ремонт, то для этого требуется лицензия на ремонт, а если это не ремонт, то лицензия не требуется.

Вот на подобных неясностях и неточностях и пытаются сыграть контролирующие органы при проверке лицензионной деятельности по ремонту СИ.

Вернемся к замечаниям контролирующих органов, которые приведены в начале данной публикации. Первое грубое нарушение, с точки зрения проверяющего органа, подпункт «б» [6] — это нарушение технологии ремонта, которое заключается в том, что лицензиат в процессе проведения ремонта использовал не своевременно поверенные эталонные СИ с помощью которых, якобы, и осуществлялся ремонт. Отметим, что на самом деле, речь шла об эталонных СИ (генератор импульсов, частотомер, магазин сопротивления и т.д.), которые используются при поверке отремонтированных СИ, а не при их ремонте. На момент проверки часть этих эталонов была сдана в поверку, что подтверждалось письмом метрологической службы, принявшей эти приборы в поверку.

Суть данного замечания, которое проверяющий орган инкриминировал лицензиату, сводилась к следующему. В соответствии с Графиком поверки СИ на 2007 г., эталонные СИ должны были быть поверены в декабре 2007 г., а сданы на поверку в январе 2008 г., однако до окончания срока МПИ. Так как лицензиат нарушил График, то это, по мнению инспекции, является нарушением [7]. Отметим, что в договоре на оказание метрологических услуг есть пункт: «...Исполнитель обязуется по согласованию с Заказчиком провести поверку СИ, не включенных в График, представленных вне Графика или с нарушенными сроками, указанными в Графике...». Однако ссылку на данный пункт договора инспекция не приняла во внимание.

Инспекция инкриминировала лицензиату также то, что часть эталонных СИ, которые, по ее мнению, используются для ремонта, в момент проверки отсутствовала (находилась на поверке в ХЦСМ). Следовательно, когда эталонные СИ находились на поверке, у лицензиата отсутствовала возможность осуществления лицензионной деятельности. Он должен был предупредить об этом лицензирующий орган — Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, однако он это не сделал. Лицензиат обратил внимание инспекции, что в этот период он не проводил ни ремонта, ни поверки, но это не было принято во внимание. И хотя инспекция не доказала факта и, следовательно, нарушение технологии ремонта, она все равно посчитала это нарушением и потребовала наказать лицензиата. С точки зрения нормаль-

ного человека — это абсолютный бред: наказать не за совершение преступления, а за потенциальную возможность осуществления преступления. По логике инспекции получается как у классика: «Если на стене висит ружье, то оно обязательно когда-то выстрелит», а значит, может кого-нибудь убить.

Суд разобрался с данным вопросом — процитируем данное решение суда: «... Исходя из определения “технологический процесс”, приведенного в ГОСТ 3.1109–82 “Термины и определения основных понятий”, нарушение технологии и изготовления и ремонта СИ означает наличие нарушения производственного процесса при изготовлении и ремонте СИ. Инспекцией не приведено доказательств, что несвоевременная сдача приборов на поверку привела к нарушению технологии ремонта СИ. В момент нахождения приборов на поверке в ХЦСМ последние не могли применяться лицензиатом при ремонте СИ и как следствие, нарушения технологии ремонта быть не могло...».

Рассмотрим далее второе замечание, высказанное в адрес лицензиата контролирующим органом: Лицензиат не представил перечень и график поверки средств измерений на 2008 г. С графиком поверки разобрались: график поверки на 2008 г. находился на момент проверки на согласовании в ХЦСМ и был представлен позднее на судебное разбирательство. А вот по поводу перечня контролирующий орган настаивал на своей позиции, которая заключалась в следующем. В соответствии с [7] «...Периодической поверке подлежат средства измерений, находящиеся в эксплуатации или на хранении; перечни средств измерений, подлежащих поверке, составляют владельцы средств измерений и направляют их в орган Государственной метрологической службы...».

То есть, по логике контролирующих органов лицензиат должен был предъявить инспекции перечень всех средств измерений, находящихся на его балансе, в эксплуатации или на хранении: электросчетчики, тепло- и водосчетчики, по которым осуществляются коммунальные платежи с ресурсоснабжающими организациями и т.п. Причем, в каком виде должен составляться этот перечень и на какой период он должен составляться, в [7] не уточняется.

Данный перечень у лицензиата отсутствовал, но суд посчитал, что к лицензионной деятельности по ремонту СИ это

ВЫБИРАЙ КАЧЕСТВО!



МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫЕ ТРУБЫ

Современный комплекс по производству металлополимерных труб Compipe™ расположен в г. Кашира Московской области.

Для производства используются последние достижения в области экструзии известной швейцарской компании Mallefer и технология TIG-сварки немецкой компании Dreistern.

На сегодняшний день завод «Кашира-Пласт» производит два вида металлополимерных композитных труб Compipe™:

1. PEX-b /AL /PEX-b – предназначены для радиаторного отопления, горячего и холодного водоснабжения, технологических трубопроводов и систем водоподготовки. Благодаря высоким эксплуатационным характеристикам, трубы PEX-b/AL/PEX-b используются в высокотемпературных системах и имеют максимальную термостойкость к пиковым нагрузкам.



2. PERT/AL/PERT – предназначены для горячего, холодного водоснабжения и напольного отопления. Благодаря особой молекулярной структуре, PERT обладает повышенной термостойкостью и прочностью. При этом гибкость, присущая обычному полиэтилену, сохраняется, облегчая монтаж системы.

- **Максимальная рабочая температура 95°C**
- **Максимальное рабочее давление 10 бар**
- **TIG-сварка «встык»**
- **Европейское сырье высокого качества**
- **Современное высокопроизводительное оборудование**
- **Непрерывный контроль качества на всех этапах производства**
- **Срок эксплуатации 50 лет**
- **Гарантия 10 лет**
- **Продукция сертифицирована и застрахована**



КАШИРА-ПЛАСТ

ПРОИЗВОДСТВО МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫХ ТРУБ

**115114, г. Москва,
ул. Кожевническая, д.7, стр. 1
Тел./факс: +7 (495) 956-28-69
e-mail: info@compipe.ru
<http://www.compipe.ru>**

не относится. Тем не менее, инспекция настаивала на том, что лицензиат нарушил нормативный акт, а именно [7], а значит, тем самым нарушил условия проведения лицензионной деятельности. Однако суд не принял к рассмотрению доводы контролирующего органа по данному вопросу.

Хочу обратить внимание всех, кто имеет на своем балансе и эксплуатирует средства измерений на то, что **Перечень СИ, подлежащих поверке, необходимо иметь**. Это первое, что проверяет инспекция по метрологическому надзору и контролю. Причем это относится не обязательно к проверке деятельности по ремонту СИ.

По мнению автора, данный перечень не нужен ни предприятию-балансодержателю, ни тем более органу государственной метрологической службы (ГМС), осуществляющему поверку СИ. Обе стороны поверяют эти СИ в соответствии со сроками, установленными в НТД на эти СИ и на основании договора на оказание метрологических услуг, ежегодно заключаемого между этими сторонами. Поэтому наличие перечня в [7] — это лишний крючок для территориальных органов Ростехрегулирования, на который они пытаются поймать проверяемую организацию — владельца СИ.

Рассмотрим вот такое следующее замечание: «...**Лицензиат нарушил условие проведения ремонта — не включил в договор с ГМС на поверку после ремонта манометров и вакуумметров...**».

Во-первых, как было указано выше, ремонт и поверка — это разные вещи и нельзя их смешивать. Если данные СИ не были включены в График поверки на 2007 г., то это не нарушило условие проведения ремонта.

Во-вторых, лицензиат обратил внимание проверяющих на то, что данные СИ не ремонтировались им, а были сданы на поверку, так как истек срок МПИ.

В-третьих, в договоре лицензиата с ГМС на оказание метрологических услуг есть пункт, в соответствии с которым Исполнитель (ГМС) обязуется по согласованному с Заказчиком (лицензиат) провести поверку СИ, не включенных в график. Поэтому суд не принял во внимание данное замечание и отвел доводы инспекции.

Четвертое замечание инспекции: «...**Лицензиат отремонтировал и направил на поверку сужающие устройства (СУ), не включенные в лицензируемый вид деятельности...**». По мнению ин-

спекции — это очень грубое нарушение, так как лицензиат осуществлял деятельность по ремонту СУ, не имея на это право. В ходе проверки лицензиат обратил внимание проверяющих на то, что он не ремонтировал СУ, а только сдавал их на поверку в ГМС.

Отметим, что в качестве СУ в Хабаровске используются только стандартные диафрагмы, которые, в принципе, не подлежат ремонту. Лицензиат по просьбе потребителей, у которых он обслуживает узлы учета тепла, действительно сдавал на поверку СУ — стандартные диафрагмы, предварительно очистив их от грязи и промыв в керосине, но это не ремонт! Поскольку инспекция не смогла доказать факт ремонта СУ, то суд посчитал ее доводы необоснованными.

И, наконец, озвучим последнее замечание: «...**Лицензиат не сообщил в лицензируемый орган об изменении своего юридического адреса...**».

В соответствии с [3] «...**В случае реорганизации юридического лица, изменения его наименования или места его нахождения, а также в случае изменения адреса места осуществления лицензируемого вида деятельности лицензиат обязан подать заявление о переоформлении документа, подтверждающего наличие лицензии...**».

Поскольку ни фактический, ни почтовый адрес лицензиата не изменились, не изменился также адрес места осуществления лицензионной деятельности, а также не произошло реорганизации юридического лица — лицензиата, то лицензиат посчитал, что он действовал в соответствии с [3] и поэтому не уведомил лицензируемый орган об изменении юридического адреса. Суд встал на сторону лицензиата и признал доводы инспекции не обоснованными.

В заключение можно процитировать Решение арбитражного суда Хабаровского края: «...**В соответствии с пунктами 1.4 и 1.5 Кодекса РФ об административных нарушениях лицо подлежит административной ответственности только за те административные правонарушения, в отношении которых установлена его вина, неустранимые сомнения в виновности лица, привлекаемого к административной ответственности, толкуются в пользу этого лица. Положения статей 65 и 210 Арбитражного процессуального кодекса РФ устанавливают правила, согласно которым обязанность доказывания обязательств, послуживших основа-**

нием для привлечения к административной ответственности, возлагается на административный орган, принявший оспариваемое решение (в нашем случае — это инспекция Госметрологконтроля)...».

Данное решение вытекает также из [3], а именно из п. 3 ст. 12 «...**К отношениям, связанным с проведением лицензирующим органом проверки соблюдения лицензиатом лицензионных требований и условий при осуществлении лицензируемого вида деятельности, применяются положения [8]...**».

В соответствии со ст. 3 закона [8] основными принципами защиты прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при проведении государственного контроля (надзора) являются: презумпция добросовестности, т.е. невиновности юридического лица, и, следовательно, контролирующий орган должен доказывать вину проверяемого лица, а не наоборот.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Организация, занимающаяся техническим обслуживанием узлов учета тепловой энергии, должна иметь лицензию Ростехрегулирования на ремонт СИ, входящих в состав узла учета.
2. Если территориальные органы Ростехрегулирования будут проверять вашу лицензионную деятельность по ремонту СИ и в ходе этой проверки они сделают выводы, что вы нарушили условия проведения этой деятельности, то они должны будут доказать вашу виновность, представив соответствующие факты, а вы при этом не обязаны им помогать, свидетельствую против себя, предоставляя им те сведения, которые они запрашивают, иногда даже незаконно. ■

1. ГОСТ 18322-78. Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения.
2. Правила эксплуатации теплопотребляющих установок и тепловых сетей потребителей. — ГУ Энергонадзора, 1998 г.
3. Федеральный закон №128-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности» от 2001 г.
4. Федеральный закон №15-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» (в редакции от 10.01.2001 г.).
5. Глухов А.П., Канев С.Н., Путятин В.И. Опыт Хабаровского центра энергоресурсосбережения по обслуживанию приборов учета тепла на предприятиях // Промышленная энергетика, №2/1995.
6. Положение о лицензировании деятельности по изготовлению и ремонту средств измерений (утв. пост. Правительства РФ от 13.08.2006 г. №493).
7. ПР 50.2.006 «Порядок проведения поверки средств измерений».
8. Федеральный закон №134-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при проведении государственного контроля (надзора)» от 2001 г.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ И ВОДОСНАБЖЕНИЯ

WATTS
INDUSTRIES®

A Division of Watts Water Technologies Inc.



На правах рекламы.

Офис в Москве: тел. +7 (495) 972 87 88, тел/факс: +7 (495) 651 62 27,
e-mail: muratov.a@wattsindustries.ru

Офис в Санкт-Петербурге: тел. +7 (812) 927 68 58, тел/факс: +7 (812) 515 16 41,
e-mail: kasperov.a@wattsindustries.ru

Офис в Екатеринбурге: тел. +7 (922) 611 76 36, тел/факс: +7 (343) 228 06 07,
e-mail: savelov.v@wattsindustries.ru

Офис в Краснодаре: тел.: +7 (918) 999 00 49, 413 57 94, тел/факс: +7 (861) 268 10 85,
e-mail: rodin.v@wattsindustries.ru

Офис в Казани: тел. +7 (917) 901 16 14, тел/факс: +7 (843) 276 24 37,
e-mail: shaikhutdinov.i@wattsindustries.ru

www.wattsindustries.ru

WATTS Industries Deutschland GmbH
Geschäftsbereich Export Osteuropa
Godramsteiner Hauptstraße 167
76829 Landau • Deutschland
Tel. +49 6341 9656-211
Fax +49 6341 9656-220
E-mail: info@wattsindustries.de

www.wattsindustries.com

Современные теплообменники

Теплообменники — неотъемлемая часть современного климатического оборудования, включающего, пожалуй, максимальное число теплообменных элементов. Практически в любом аппарате, механизме, на любом производстве проходят процессы, связанные с выделением или поглощением тепловой энергии. Теплообменники в виде радиаторов охлаждения есть в каждом автомобиле, в бытовых кондиционерах и обогревателях; теплообменником является давний отечественный кипятильник. От быстрой доставки или отведения тепла зависит эффективность многих технологических операций и работоспособность техники.

В. КУТИЛОВ, компания ClimateMaster

Проблема теплообмена

С ростом энергетических мощностей и объема производства все более увеличиваются масса и габариты применяемых теплообменных аппаратов, на изготовление которых расходуется немало средств и материалов. Многие инженеры, разрабатывающие теплообменное оборудование, озабочены проблемой снижения размеров и массы теплообменников и повышения эффективности их работы.

Усложняется и конструкция теплообменников. Для интенсификации процесса в теплообменных аппаратах ис-

пользуются все более сложные схемы. Например, применяются турбулизаторы, закрутка потока в трубах с помощью винтовых вставок, каналы сложной формы, лопаточные завихрители, расположенные на входе или вдоль всей трубы. С целью повышения эффективности теплообмена к потоку газа подмешиваются капли жидкости или твердые частицы, а к потоку жидкости — газовые пузырьки. Во имя интенсификации процессов воздействуют на жидкость электростатическими или ультразвуковыми полями, используют действие вибрации и акустического резонанса.

Виды теплообменников

По принципу действия теплообменники подразделяются на три основных вида: рекуперативные, регенеративные и смешительные.

В рекуперативных теплообменниках передача тепла осуществляется через твердую разделяющую стенку (обычно металлическую). Тогда теплоноситель и приемник тепла не смешиваются и не соприкасаются, сообщаясь только через стенку теплообменника. Это самый распространенный вид таких устройств, используемый повсеместно. Теплоносителем может выступать, например, спираль нагревателя в электрическом котле, а стенка может иметь сложную ребристую поверхность.

Регенеративные теплообменники работают по более сложному алгоритму. Здесь тепло более нагретого теплоносителя отдается сначала твердому телу насадки, затем — холодному. В этом случае теплоносители последовательно омывают насадку, нагревая и охлаждая ее. Например, в промышленности используются мощные регенеративные теплообменники, которые сначала забирают тепло у разогретой жидкости, а потом отдают его в воздух, выключаясь из цикла.

В смешительных теплообменниках имеет место непосредственное соприкосновение теплоносителя и приемника тепла. Смешительные теплообменники используются в том случае, когда вещества легко разделить после смешения (например, вода поставляет тепло, а воздух его принимает) либо когда вещества можно смешать (например, вода и водяной пар). Такие теплообменники используются, например, на тепловых электростанциях (в градирнях).

По типу устройства теплообменники подразделяются на теплообменники с поверхностью нагрева, состоящей из труб (имеют вид змеевиков), с плоскими поверхностями нагрева, и такие, в которых поверхность нагрева образуются стенками аппарата. Здесь выделяют достаточно много подтипов оборудования.

К оборудованию с поверхностью нагрева, составленной из труб, относятся погружные теплообмен-



■ Стальной промышленный теплообменник

www.worldwallpaperfree.com

ники, у которых поверхность теплообмена (змеевик), помещается в сосуд с жидкостью, обычно с водой или антифризом.

Оросительные теплообменники состоят из труб, орошаемых снаружи водой. Приемником тепла в данном случае является воздух, а вода повышает теплоотдачу за счет испарения.

Теплообменники «труба в трубе» состоят из двух concentрически расположенных труб, причем один теплоноситель протекает по внутренней трубе, а другой — по кольцевому пространству между обеими трубами.

Широко распространены кожухотрубные теплообменники, состоящие из пучка труб, концы которых закреплены в специальных трубчатых решетках. Пучок труб располагается внутри общего кожуха. В рабочем состоянии один из теплоносителей движется по трубам, а другой — в межтрубном пространстве (между кожухом и трубами). Этот тип теплообменников наиболее распространен в тяжелой промышленности, нефтедобыче и нефтепереработке. Кожухотрубные теплообменники по применимости и распространенности конкурируют с популярными сегодня пластинчатыми теплообменниками. К этому типу теплообменников также относятся устройства: витые из труб, с теплообменом между стенками аппарата и трубами, использующие оребренные трубы (теплообменники воздушного охлаждения).

К теплообменникам с поверхностью нагрева, составленной из плоских элементов, относятся пластинчатые и спиральные. Их применение в последние годы расширяется благодаря практичности и высокому КПД, который может достигать 60%.

В число теплообменников с поверхностью нагрева, образуемой стенками аппаратов, входят реакторы, нагревающие змеевики, располагаемые снаружи. В этом случае тепло поступает (или отдается) в змеевик, опоясывающий «рубашку» реактора.

Дополнительно выделяют подтипы теплообменников, в которых применяют различные типы жид-

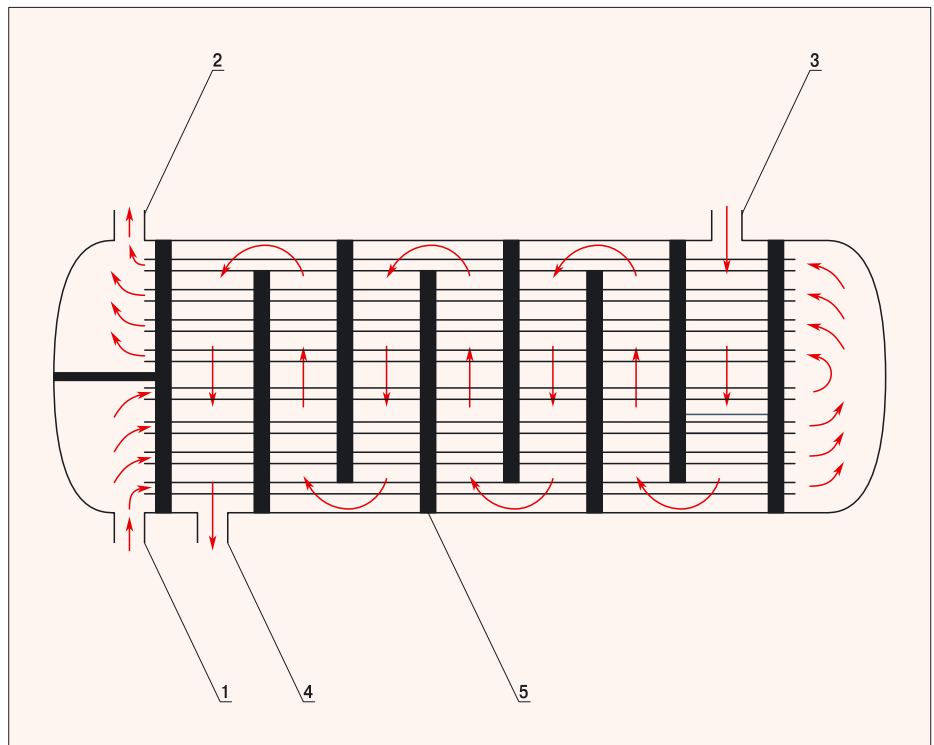


Рис. 1. Теплообменник поверхностного типа (кожухообразный; 1 — вход в трубную решетку; 2 — выход из трубной решетки; 3 — вход в межтрубное пространство; 4 — выход из межтрубного пространства; 5 — перегородка)

костей, а также теплоносители, находящиеся в различных агрегатных состояниях. Использование жидкостей с низкой температурой кипения позволяет повысить теплопередачу и эффективность работы теплоотводящего оборудования. Такие теплообменники часто называют испарительными, или двухфазными.

Параметры теплообменника

Поскольку самый распространенный тип теплообменников — рекуперативный, преимущественно они используются в инженерной оснастке при строительстве и обустройстве. Разделение по типу устройства касается именно рекуперативных теплообменников — специалисты наиболее широко проработа-

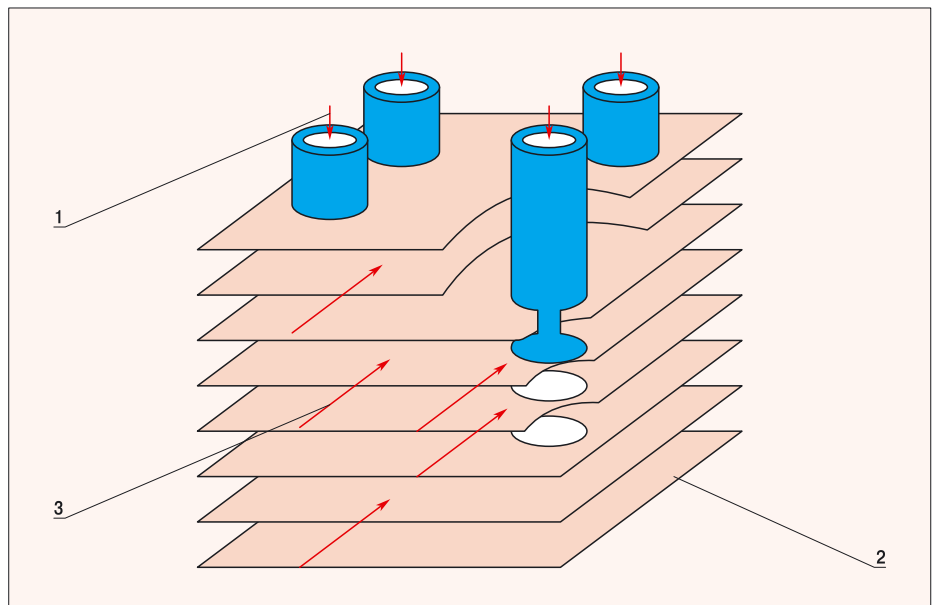
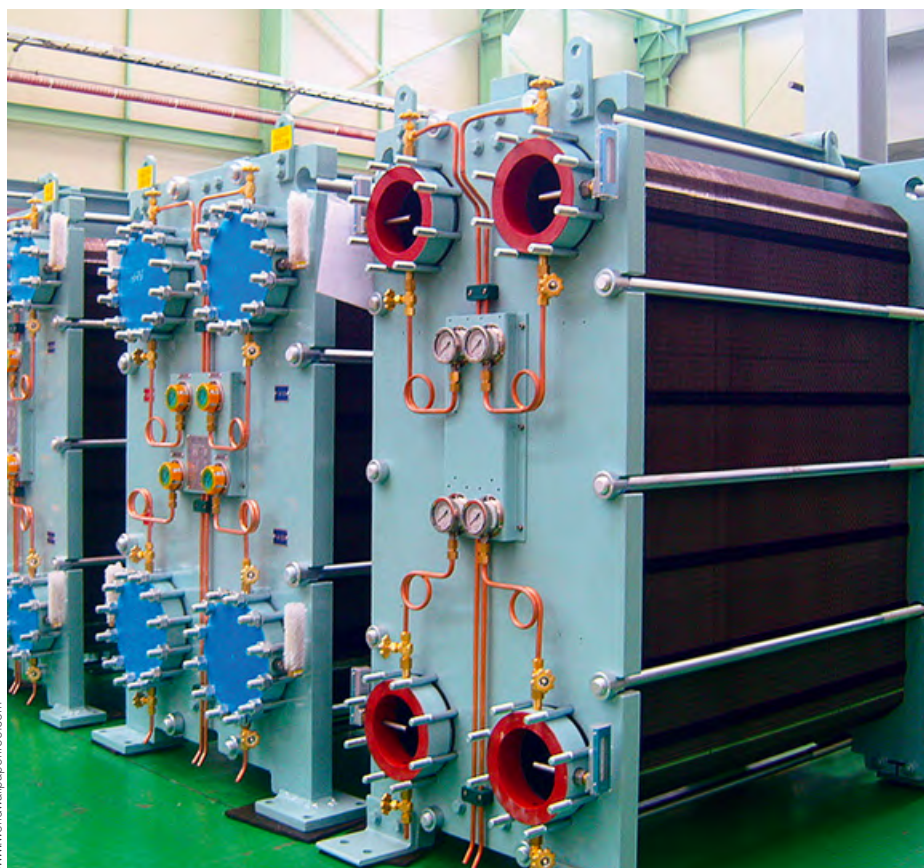


Рис. 2. Пластинчатый теплообменник (1 — поток в трубах; 2 — ребра из тонколистового металла; 3 — поток параллельный ребрам)



К теплонасосным системам относится и использование в качестве источника тепла водоемов и грунтовых вод. С помощью теплообменника подобную систему можно организовать по закрытому контуру: вода из водоема отдает тепло подготовленной обессоленной воде контура через теплообменник. Подобный подход позволяет избежать проблем, связанных с преждевременным старением и засорением трубопровода внутри здания.

В последнее время в климатических системах все чаще используют именно пластинчатые теплообменники. Как уже отмечалось, они занимают меньше пространства при большей площади теплоотдачи, практичнее и эффективнее. Специалисты утверждают, что применение пластинчатых теплообменников фактически обеспечивает много преимуществ. По экспертным оценкам, замена кожухотрубных теплообменников на пластинчатые позволяет повысить эффективность работы в разных случаях на 20–30%.

Для большинства теплообменников основным конструкционным материалом служит легированная сталь или медь. В качестве припоя применяется медь или более стойкие никельсодержащие материалы. Диапазон давлений для подобных пластинчатых теплообменников достигает 31 бар при температурах до 185°C.

Пластинчатый теплообменник обычно представляет собой элемент, в котором теплоноситель циркулирует в плоскостях между пластинами, скрепленными между собой. На пластинах создают каналы движения теплоносителя, после чего их между собой спаивают или скрепляют иным способом. Толщина пластин такого теплообменника обычно составляет несколько десятых миллиметра (0,3–0,8 мм). Общая же площадь пластин может варьироваться. Более того, пользователь сам может изменять эффективную площадь теплообмена, вводя в теплообменник дополнительные пластины или извлекая их из него.

Важно заметить, что здесь на первый план выходят физические параметры теплообменников —

ли их возможности, и на рынке предлагается широкая номенклатура теплообменного оборудования данного типа.

Рекуперативные теплообменники характеризуются следующими параметрами: размер поверхности теплообмена; коэффициент теплопередачи, оценивающий количество тепла, передаваемое через 1 м² поверхности теплообмена при разности температур между теплоносителями 1°C (этот коэффициент зависит от типа теплоносителей, их параметров и скоростей движения).

Указанные параметры определяют потребность в теплопередаче и задают характеристики самого теплообменника: давление и температуры, при которых будет работать теплообменник (обычно это повышенные температуры и высокое давление, что диктует жесткие требования к прочности материалов и швов); поверхность теплообмена (которая позволяет вычислить производительность теплообменника и соотносить ее с фактической потребностью); конструкционный материал (определяющий надежность конструкции и эффективность теплообмена); наличие температурных напряжений (и необходимость их компенсации). Эти напряжения возникают при неравномерном нагреве

различных частей теплообменника, что наблюдается главным образом в случае использования больших промышленных теплообменников и требует особого внимания к конструкции, материалам и компенсирующим элементам.

Популярные теплообменники и их использование

Теплообменники используют в котлах, в установках для охлаждения жидкости (чиллерах), в кондиционерах и рекуператорах, отдающих тепло уже нагретого воздуха свежему вентиляционному потоку. Регенеративный теплообмен позволяет повысить эффективность работы климатической системы, сократив затраты на отопление.

Другой пример использования теплообменника — системы на основе эффекта теплового насоса. В этом случае тепло передается через теплообменники и внутренний водяной контур в ту часть здания, где оно необходимо. Подобный же эффект используется в системах «чиллер-фанкойл» и называется «байпас чиллера» — в том случае, когда температура окружающего воздуха достаточно низка, тепло забирается из охлаждающей воды градирни «чиллер-фанкойл»-системы.

**ВЫСТАВКА
ОБОРУДОВАНИЯ
ДЛЯ ТЕПЛО-, ВОДО-
И ГАЗОСНАБЖЕНИЯ**

**Moscow
technology**

**aqua
therm
expo**

МАТТЕХ™

9-12 Марта 2010
Экспоцентр на Красной Пресне

www.aqua-thermexpo.ru



Внимание!

Выставка МАТТЕХ пройдет одновременно с выставкой «Мир Климата»
(системы кондиционирования и вентиляции, промышленный и торговый холод).
В ЦВК «Экспоцентр на Красной Пресне», павильоны №1 и 8

Организатор:

ЕВРОЭКСПО



EUROEXPO

При содействии:



ЭКСПОЦЕНТР

Тел.: +7 (495) 925-65-61/62
Факс: +7 (499) 248-07-34
aqua-therm@aqua-thermexpo.ru

Платиновый спонсор:



Официальный спонсор выставки:



Спонсор регистрации:



Генеральный
информационный партнер:



Информационная
поддержка:



Генеральный
интернет-партнер:



вес, размер. Для пластинчатых теплообменников это площадь пластин, и задача инженеров — максимально снизить общий объем теплообменной системы, повысив ее производительность. Для этого теплообменники комбинируют различными способами, фиксируя расстояние между ними и скорость движения жидкостей внутри.

Обслуживание теплообменников

Комфортный климат внутри любого помещения, будь то офис, многоквартирный дом или коттедж, влияет на эффективность работы и удобство жизни людей. Поэтому практически любое климатическое (отопительное, кондиционирующее) оборудование нередко работает круглые сутки.

В процессе обслуживания разные виды теплообменников требуют различного внимания к себе. Как и в случае с любым оборудованием, здесь необходимы периодические осмотры и контроль стабильности работы теплообменников. Изменение параметров (например, выходных температур) системы, в которую входит теплообменник, может свидетельствовать о снижении эффективности его работы.

В этом случае необходима проверка состояния поверхностей теплообмена. В первую очередь нужно следить за поверхностями, соприкасающимися с водой. В случае использования обычной, неподготовленной воды на стенках труб и пластинчатых теплообменников осаждаются соли, уменьшающие сечения труб и снижающие теплопроводность стенок. Если для кожухотрубных теплообменников слой накипи в 0,05–0,1 м является вполне нормальным, то для пластинчатых этот показатель критичен — они оборудованы каналами с очень малым сечением. Поэтому даже минимальные солевые отложения быстро изменяют термодинамические параметры таких теплообменников. Соответственно, когда речь идет об очистке внешних поверхностей пластин, все просто, но, как только дело касается очистки внутренних каналов, возникают трудности.



www.oripaperfree.com

Для решения этих проблем используют различные способы. Изначально для снятия солевых отложений применялись только химические способы — в теплообменник подавали специальные составы. Подобный способ очистки широко применяется и сейчас, однако он не позволяет бороться с встречающимися в ряде случаев кремниевыми отложениями. В течение некоторого времени задача оставалась нерешенной, но с недавних пор все популярнее становится ультразвуковой способ защиты труб и каналов теплообменников: ультразвук позволяет снизить скорость образования накипи, а в ряде случаев и вовсе обеспечить работу оборудования без образования отложений.

Однако защитники пластинчатых теплообменников утверждают, что подобное загрязнение происходит крайне медленно вследствие высокой турбулентности потоков теплоносителя, циркулирующего по оборудованию. Эта турбулентность связана с рифлением, которым обладают пластины теплообменника, и их гладкостью. Часто производители заявляют, что пластины специально отполированы для улучшения теп-

лообмена и увеличения турбулентности. Другой вид работ, связанных с обслуживанием теплообменников, это очистка внешних блоков, соприкасающихся с атмосферным воздухом. Окисление поверхностей здесь играет не самую первую роль, главная же проблема — в механическом загрязнении: внешний блок забивается пылью, пухом тополей, листьями и другим мусором.

В результате теплообменник практически перестает пропускать воздух, тепло нарушается, компрессор начинает перегреваться и зачастую выходит из строя. Поэтому необходимо не реже одного раза в год проводить профилактический осмотр и чистку внешних блоков теплообменников.

При надлежащем обслуживании качественный теплообменник прослужит без ремонта 18–20 лет. Для климатического оборудования это критический срок эксплуатации, по истечении которого обычно требуется полная замена. Промышленные же теплообменники практически всегда можно подвергнуть восстановительной процедуре, вернув их в работу после капитального ремонта. □

Опыт эксплуатации биокотельной на щепе

В августе 2006 г. в поселении Хатцендорф (Hatzendorf), регион Штайермарк (Steiermark), Австрия, была пущена в эксплуатацию первая очередь котельной, в качестве топлива для которой используются щепы, производимая и поставляемая восьмью местными предпринимателями, являющимися и совладельцами биокотельной. Сердцем вновь построенной за 2,5 месяца котельной стали две установки HERZ BioMatic по 500 кВт тепловой мощности каждая и бак-теплоаккумулятор емкостью 10 000 литров.

Отбор топливной щепы транспортером происходит из топливохранилища площадью приблизительно 80 м² и объемом 350 м³. Подача щепы осуществляется скребковым транспортером (типа «живой пол»). Протяженность теплотрассы в направлении потребителей около 1620 м. Изначально котельная проектировалась для теплоснабжения зданий сельхозтехникума. Со временем к теплосети были подключены частные дома и местный административно-культурный центр.

Согласно выполненному в 2004 г. технико-экономическому обоснованию, срок окупаемости данной котельной составлял 15 лет. После года эксплуатации и стремительного роста цен в 2007–2008 гг. на углеводородные энергоносители срок окупаемости сократился более чем в два раза!

Данные котельные установки представляют собой собственно топочный блок и блок трубчатого теплообменника с турбулизаторами по ходу дымовых газов, загрузочно-приемный модуль с трехуровневой системой защиты от возгорания, блок HERZ BioControl3000 управления котлом, исполнительными устройствами теплоаккумулятора, насосами и приводами клапанов, имеющихся в системе.

Жесткие национальные требования по выбросу вредных веществ обусловили установку после блока циклона (по одному на каждый котел) для «осаждения» содержащихся в дымовых

газах механических включений. Первоначально с двухмесячным интервалом зола с опрокидывающихся решеток колосников, сажа, автоматически стряхиваемая с поверхностей труб и турбулизаторов теплообменника, и сепарированные в циклоне частицы удалялись из соответствующих сборников вручную. Позднее этот процесс был автоматизирован посредством шнекового транспортера, доставляющего золу с сажой в контейнер.

Мониторинг и управление работой котельной и теплосети осуществляются



фото компании-производителя



фото компании-производителя

как непосредственно из котельной, так и дистанционно по каналу беспроводной связи.

Размеры теплоаккумулятора и двух котлов позволяют в случае кратковременной пиковой нагрузки «выдавать» до 1400 кВт тела.

По данным на май 2008 г. котельной потребляется около 2500 м³ щепы в год. При полной загрузке использование местного топлива заменяет 220 тыс. литров жидкого топлива.

Разница в ценах щепы и жидкого топлива очевидно существенная. Исключаются транспортные расходы по доставке жидкого топлива, вред от выбросов двигателей топливовозов, износ дорог.

Особого упоминания заслуживает количество вредных выбросов при сгорании упомянутого количества жидкого топлива — примерно 616 тыс. кг двуокиси углерода ежегодно, что не может не впечатлять. Это существенно больше выбросов описываемой котельной системы на щепе. □

■ Результаты эксплуатации за период август 2006 – февраль 2009 гг.

табл. 1

КПД теплосети	отопительный период, %	90–95
	переходный период, %	80–85
	летний период, %	70–75
	среднее значение, %	85
Потребление электроэнергии относительно производимой энергии, %		2,74
Суммарное количество произведенной энергии, МВт		3303

Гелиоустановки котельных малой мощности

Одним из направлений повышения эффективности работы коммунальных котельных в южных регионах России является использование солнечной энергии. В Краснодарском крае имеется определенный опыт разработки и эксплуатации солнечно-топливных котельных [1, 2]. Для условий данного региона определена экономическая целесообразность применения гелиоустановок преимущественно для нужд горячего водоснабжения [3].

В.А. БУТУЗОВ, д.т.н., Е.В. БРЯНЦЕВА, инженер; В.В. БУТУЗОВ, инженер, ООО «Теплопроектстрой» (Краснодар)

В результате анализа котельного парка Краснодарского края [4] установлено наличие значительного количества коммунальных котельных подключенной нагрузкой горячего водоснабжения 10–20 кВт. Эксплуатационные затраты (топливо, электроэнергия, персонал) этих котельных в межотопительный период существенно выше расчетных, что обуславливает убыточность их работы. Для таких котельных и построены несколько гелиоустановок, при проектировании которых были выполнены следующие требования:

- вывод из работы существующих котлов и вспомогательного оборудования в межотопительный период;
- минимизация потребления электрической энергии и затрат на содержание эксплуатационного персонала;
- обеспечение надежного горячего водоснабжения потребителей при продолжительной пасмурной погоде.

На фото представлены данные описываемые в статье гелиоустановки — котельной в станции Анастасиевской и гелиоустановка котельной на хуторе Нецадимовский Краснодарского края. Расчетная дневная производительность каждой гелиоустановки 3 м³ при температуре 55 °С. Мощность дублирующего котла — 24 кВт.



Гелиоустановка котельной в станции Анастасиевской

Гелиоустановка котельной на хуторе Нецадимовский

Фото предоставлено автором.

Существующие конструкции кровель обусловили установку солнечных коллекторов на опорных металлоконструкциях перед зданиями котельных. Солнечные коллекторы (36 шт.) Ковровского механического завода имеют оптимальное соотношение стоимости и теплотехнических показателей. Для

сокращения эксплуатационных расходов баки-аккумуляторы установлены на колоннах с превышением по высоте над солнечными коллекторами (термосифонная циркуляция). Баки-аккумуляторы (2 шт. вместимостью по 2 м³) обеспечивают гидравлическую и тепловую развязку контуров циркуляции через солнечные коллекторы и подачу нагретой воды потребителям. При пасмурной погоде предусмотрена возможность подогрева второго бака в электродотле. Подача горячей воды потребителям производится насосом, управляемым автоматикой. В табл. 1 представлены эксплуата-

ционные расходы котельных до и после сооружения гелиоустановок, а также расчетные сроки окупаемости гелиоустановок.

Гелиоустановка в станции Анастасиевской эксплуатируется с августа 2006 г., на хуторе Нецадимовском — с октября 2006 г. Разработка и монтаж каждой такой гелиоустановки занимает два или два с половиной месяца. Испытания подтвердили основные проектные характеристики гелиоустановок. □

■ Эксплуатационные расходы котельных до и после сооружения гелиоустановок табл. 1

Адрес котельной	Эксплуатационные расходы с мая по сентябрь, тыс. руб.		Сметная стоимость гелиоустановки, тыс. руб.	Расчетный срок окупаемости гелиоустановки, лет
	до реконструкции	после реконструкции		
станция Анастасиевская, ул. Ленина, д. 40, котельная №35, общие расходы, в т.ч.:	359,72	36,8	524,0	1,6
— топливо (природный газ)	237,2	—	—	—
— электроэнергия	1,12	6,5	—	—
— содержание персонала (с налогами)	121,4	30,3	—	—
хутор Нецадимовский, ул. Вишневая, д. 1, котельная №32, общие расходы, в т.ч.:	180,76	36,8	456,0	3,2
— топливо (природный газ)	49,0	—	—	—
— электроэнергия	10,36	6,5	—	—
— содержание персонала (с налогами)	121,4	30,3	—	—

1. Бутузов В.А. Солнечно-топливная котельная в Анапе // Промышленная энергетика, №2/2004.
2. Бутузов В.А., Брянцева Е.В., Потапова Е.А., Бутузов В.В. Разработка и испытание солнечно-топливной котельной // Промышленная энергетика, №7/2005.
3. Бутузов В.А., Шетов В.Х. Перспективы солнечно-теплоснабжения // Энергосбережение, №7/2006.
4. Бутузов В.А. Анализ котельного парка Краснодарского края // Промышленная энергетика, №5/2006.

Арматура FAR для гелиосистем теплоснабжения

Итальянский завод FAR Rubinetterie S.p.A. и компания «Терморос» представляют российским специалистам новую продукцию, разработанную для систем теплоснабжения с использованием солнечной энергии. Солнечные системы отопления (гелиосистемы) все более актуальны во всем мире, их использование сохраняет экологическую чистоту окружающей среды, снижает зависимость от изменения цен на топливо, не требует дорогостоящего технического сервиса. Без сомнения, у систем с использованием солнечной энергии большое будущее и в России.



Следуя динамично развивающимся технологиям гелиоустановок, FAR модифицировал часть своих традиционных элементов арматуры применительно к этому сегменту отопительной и водонагревательной техники. Профессиональный подход инженеров завода к эффективности и надежности арматуры известен на российском рынке уже 15 лет. Именно поэтому не остается сомнений в качестве новой продукции FAR, несмотря на повышенные требования к условиям эксплуатации — оборудование для гелиосистем работает в особых условиях, в частности, в расширенном диапазоне температур теплоносителя. В ответственных компонентах конструкции этих элементов арматуры используется особая термостойкая резина марки FKM. Серия этого оборудования получила название SolarFAR.

Малогобаритный автоматический воздухоотводчик (код 2042) имеет рабочую температуру теплоносителя 160 °С, и допустимое дифференциальное давление 5 атм. Воздухоотводчик SolarFAR может работать как на воде, так и на воде с гликолем. Принцип его действия состоит в том, что отверстие для выпуска воздуха открывается наклоном закрывающей его гибкой диафрагмы, расположенной на торце рычага, отклоняемо-

го управляющим поплавком. При этом какие-либо шарниры, связывающие рычаг с корпусом, отсутствуют. Механизм



Фото компании-производителя.

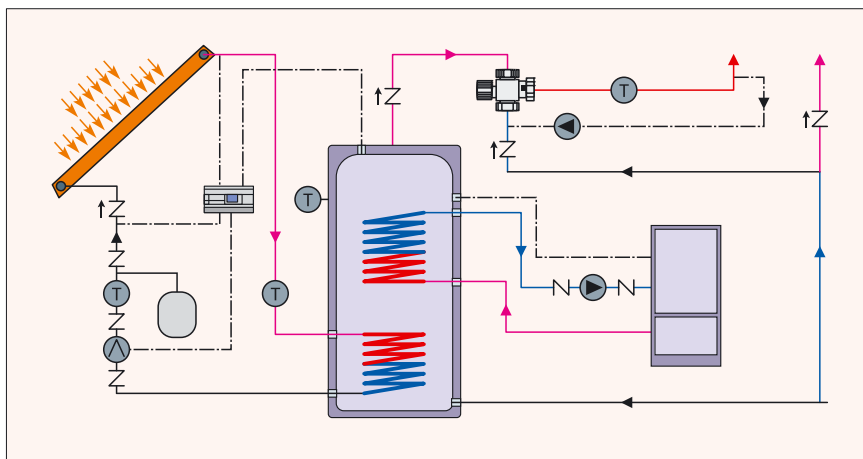
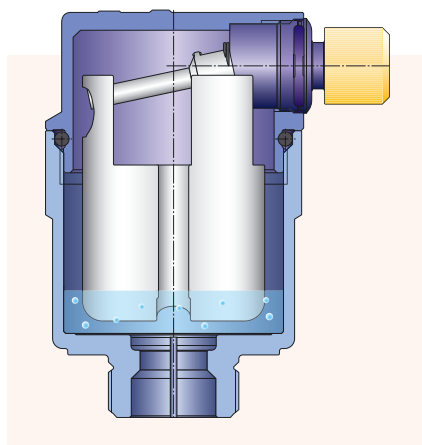
зафиксирован в корпусе и защищен от распада при вращениях и вибрациях.

Клапаны безопасности (код 2006) могут быть настроены (на заводе) на давление сброса 2,5; 3; 4; 5; 6; 7; 8 и 10 атм. Диапазон рабочих температур -30...+160 °С. Размер 1/2", что соответствует тепловой мощности порядка 40 кВт. Оптимально монтируются у расширительного бака.

Также выпущены концевки на медные или гладкие стальные трубы с рабочим давлением 16 атм и рабочей температурой +160 °С. Концевки имеют накидные гайки с метрической резьбой 24×19. Их ассортимент включает различные переходники — прямые, угловые, соединительные, как на ответные концевки, так и на муфты и штуцеры с трубной резьбой.

Модификации термосмесителя (коды 3953, 3954, 3955) допускают входящую температуру горячей воды 110 °С и имеют различные варианты подсоединения с внутренней трубной резьбой, внешней и разъемными фитингами. Температура смешиваемой воды 27–70 °С.

Завод FAR Rubinetterie S.p.A. продолжает модифицирование другой продукции для установки их в гелиосистемах. Часть новых элементов будет представлена уже на международной выставке MCE'2010. □



Эффективное производство: экономия и учет энергоресурсов

В наши дни рациональное использование энергетических ресурсов стало одним из определяющих факторов экономического роста. Энергосбережение — очевидный источник сокращения издержек или даже дополнительной прибыли для предприятия. Поэтому энергоэффективные решения с каждым годом становятся все более востребованы, как и средства контроля за расходом используемых ресурсов, ведь экономия и оптимизация немислимы без учета. Наглядным подтверждением тому может служить опыт Щелковского металлургического завода.

Анастасия КОЛЧЕВА, пресс-секретарь, компания Kamstrup

В 2009 г. завод отметил свое 60-летие со дня начала работы. Однако солидный возраст — вовсе не помеха внедрению инноваций. Для обеспечения стабильного развития и роста экономических показателей Щелковский металлургический завод использует наряду с традиционными технологиями новейшие достижения современной техники.

Так, сейчас на заводе производится поэтапная замена всех коммуникаций с использованием труб в ППУ-изоляции, кстати, собственного производства.

И это лишь один из примеров рачительного отношения к энергоресурсам. *«Чтобы уверенно чувствовать себя на конкурентном рынке, нужно подходить к вопросам управления комплексно, — объясняет Геннадий Горбунков, начальник цеха по техническому обеспечению производства. — Сегодня практически у любого промышленного предприятия есть источники дополнительной прибыли. Например, мы реализуем излишки своих энергетических мощностей сторонним потребителям».*

Одной из существенных особенностей производства на Щелковском металлургическом заводе является использование пара в технологическом процессе. Источником пара служит собственная котельная мощностью 49,6 Гкал, построенная в конце 1980-х — начале 1990-х гг. В прошлом ее функции сводились только к подготовке пара для подачи в цеха, а также к выработке пара для отопления административных помещений завода.

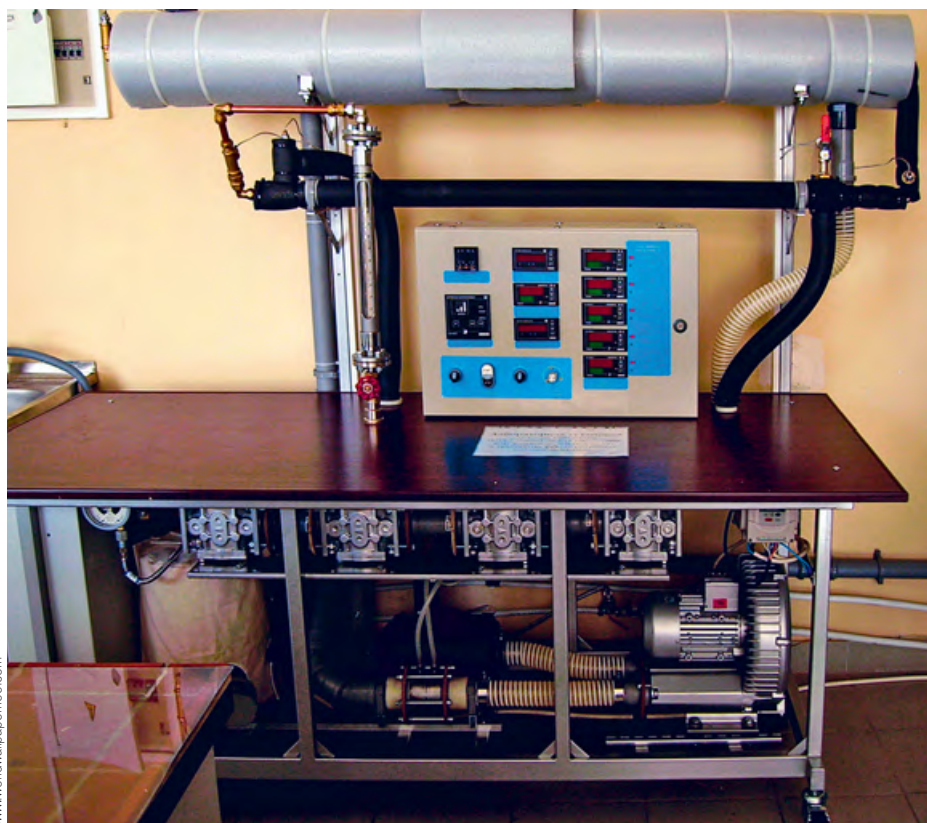
Однако, часть времени котлы простаивали, кроме того, площадь и инфраструктура котельной позволяли увеличить число силовых установок. Поэтому руководством предприятия было принято решение о расширении производства тепла с целью его реализации сторонним потребителям.

Сейчас в эксплуатации находятся три котла производительностью 25 т пара в час каждый и один малый котел на 2,5 т пара в час. Когда потребность в тепловой энергии невысока, работает один котел. При повышении нагрузки подключаются один из оставшихся агрегатов. Кроме того, интенсивность работы каждой установки регулируется с помощью автоматики. Все это позволяет максимально снизить непродуктивное сжигание топлива.

Сегодня 40% мощности котельной завод продает местной тепло-снабжающей организации, а также расположенному по соседству складскому комплексу компании «Центрэнергогаз».

В частности, предприятие является единственным источником горячей воды для системы отопления и ГВС близлежащего поселка Жигалово, а также нового одноименного микрорайона, застраиваемого современными комфортабельными высотками. Котельная завода обладает достаточными мощностями для обеспечения теплом всех строящихся домов.

Конечно, освоение нового для завода рынка коммунальных услуг не обошлось без некоторых трудностей. Несмотря на то, что на границе раздела балансовой принадлежности с теплосетью установлен узел коммерческого учета, у предприятия часто возникали разно-



www.worldwallpaperfree.com

гласия с потребителями относительно платежей за отпущенное тепло. «Воду в поселок котельная подает напрямую, минуя ЦТП, поэтому мы должны обеспечивать параметры теплоносителя, необходимые для поддержания температуры в домах на уровне 18 градусов», — рассказывает начальник котельной Владимир Жуков. — При этом нередко возникали ситуации, когда происходили изменения гидравлического режима со стороны потребителя, вызывающие увеличение расхода теплоносителя. Например, из-за отсутствия балансировки в отопительных системах у одних потребителей был «перетоп», а другие мерзли. Мы получали жалобы и, не имея под рукой точных данных о количестве отпущенного тепла, вынуждены были увеличивать давление, чтобы восстановить гидравлический режим. Однако, предприятие неизбежно теряло деньги, так как по условиям договора с теплосетью избыточное тепло не оплачивается. Чтобы справиться с этой проблемой, в 2000 году мы приняли решение об организации в котельной внутренних узлов учета тепла на базе теплосчетчика «Мультикал» с ультразвуковым расходомером «Ультрафлору» производства датской компании «Камstrup».

Сейчас контроль за режимом теплотребления своих клиентов сотрудники котельной осуществляют с помощью двух узлов учета, работающих в контурах отопления и ГВС. «Установка теплосчетчиков «Мультикал» на трубопроводах, подающих воду в город, позволила нам быстро реагировать на изменения гидравлического и температурного режима в системе и не эксплуатировать котлы вхолостую», — объясняет Владимир Жуков. — Теперь мы можем оперативно регулировать их мощность в зависимости от давления воды и ее температуры в обратном трубопроводе. Например, увеличивая давление, мы снижаем температуру, сохраняя таким образом постоянный расход тепла. При этом на возможные претензии потребителей мы готовы дать обоснованный ответ, так как располагаем собственными данными



фото компании-производителя

учета. А для коммунальных служб это стало серьезным стимулом к своевременному проведению наладочных работ на местах, профилактики и балансировки отопительных систем. Таким образом, соблюдены и интересы потребителей, и наши».

При возникновении спорных ситуаций данные узлов учета у потребителей сравниваются с показаниями теплосчетчиков в котельной. Поэтому раз в четыре года приборы учета обязаны проходить плановую поверку для подтверждения метрологических характеристик. «Уже две поверки позади, они пройдены успешно — приборы не потребовали ни калибровки, ни ремонта», — отмечает Владимир Жуков.

Впрочем, контроль за теплотреблением клиентов — не единственное предназначение теплосчетчиков, установленных в котельной завода. Использование теплосчетчиков позволило оптимизировать режим работы котлов и заранее планировать периоды пиковых нагрузок, что обеспечивает дополнительную экономии топлива.

«Внедрение приборного учета сделало работу котельной более прогнозируемой

и контролируемой», — подводит итог начальник цеха по техническому обеспечению производства. — Конечно, производство тепла для нас побочный бизнес, однако это большое подспорье, особенно в условиях финансового кризиса. По крайней мере, в период отопительного сезона мы таким образом полностью окупаем расходы на содержание котельной, что уже немало. И сегодня нам совершенно очевидно, что без приборного учета осуществить эту задачу было бы трудно».

Закон «Об энергосбережении», вступивший в действие в ноябре 2009 г., предусматривает обязательное оснащение всех государственных и коммерческих предприятий теплосчетчиками до января 2011 г. Однако, многие компании, работая на опережение, делают это уже сейчас, используя приборы учета для оптимизации производства или потребления энергии. И в этом смысле закон идет за жизнью. Ведь учет — неотъемлемая составляющая энергосбережения, которое стало сегодня вполне конкретным способом повышения эффективности, а значит, и прибыльности промышленного производства. ■

Нанотехнологии и материалы в системах теплогазоснабжения и вентиляции

В статье рассмотрены возможные перспективные пути использования достижений и продуктов нанотехнологий в строительстве и, частности, в системах теплогазоснабжения и вентиляции. Использование наноматериалов в указанных системах существенно повысит их эффективность и надежность.

В.Н. ПЕЛИПЕНКО, доцент, к.т.н., Тольяттинский государственный университет (ТолГУ), Россия

Общие сведения

В современной технике все шире используются наноматериалы и нанотехнологии. На стыке физики, химии, материаловедения, биологии и электронной техники возникла наноинженерия, которая интенсивно развивается. Под термином нанотехнология понимается создание и использование наноматериалов, устройств и систем, структура которых измеряется в нанометровом масштабе ($1 \text{ нм} = 1 \times 10^{-9} \text{ м}$), т.е. в диапазоне размеров атомов, молекул и надмолекулярных образований. Нанотехнология позволяет создавать из указанных объектов более крупные структуры, обладающие принципиально новой надмолекулярной организацией и, следовательно, новыми заданными свойствами [1, 2].

Впервые термин нанотехнология был использован в 1974 г. японским ученым Танигучи. Однако в большинстве книг по нанотехнологиям обычно отмечается Ричард Фейнман (физик, Нобелевский лауреат), который в 1959 г. прочитал лекцию под названием «Внизу полно места». В лекции Фейнман рассказал о фантастических перспективах, которые откроются при изготовлении и применении материалов и устройств на атомном или молекулярном уровне. К сожалению, нигде в литературе не отмечено, что в 1960-е гг. создатели ТРИЗ (теории решения изобретательских задач) Г.С. Альтшуллер и его соратники, проанализировав 40 тыс. сильных изобретений из патентного фонда, пришли к выводу, что одним из эффективных направлений решения изобретательских задач является переход на микроуровень, веполитизация технических систем. Решая технические задачи, изоб-

ретатели все чаще используют глубинные свойства вещества [3].

Системы теплогазоснабжения и вентиляции (ТГВ) имеют прикладной характер, поэтому они, скорее всего, являются перспективными потребителями достижений наноинженерии, т.е. новых наноматериалов и нанотехнологий. Станут ли системы ТГВ объектом исследований наноинженерии? Вполне возможно, поскольку один из законов развития техники гласит: техническая система, развившись, «исчезает», передавая свою функцию надсистеме. Очень вероятно, что «исчезновение» какой-либо системы ТГВ произойдет на наноуровне.

Следует отметить, что процесс передачи функций от одной системы к другой и в надсистему можно видеть и в современных системах ТГВ. Например, традиционная система водяного отопления исчезает, если используется система воздушного отопления. Функция отопления передается системе вентиляции: в отапливаемое помещение сразу подаются необходимые наночастицы — «теплые молекулы» воздуха. Другой пример — переход к электрическому отоплению, особенно в случае применения в качестве отопительных приборов «теплых» обоев, система отопления почти исчезает.

Строительные материалы

На современном этапе в наибольшей мере достижения и возможности нанотехнологий реализуются в производстве строительных материалов. Можно привести несколько примеров.

Бетон. Введение в бетон углеродных нановолокон или нанотрубок не только повышает его прочность, но и улучшает теплозащитные и другие свойства. Рас-

пределение в бетонной смеси наночастиц веществ — модификаторов (кремнезем, шунгит, гальваношлаки) — в количестве 2–3% позволяет улучшить и другие свойства бетона. В результате в научной литературе применяется уже новый термин — нанобетон.

Сталь. Нанотехнологии будут регулировать число, размер и границы кристаллических зерен в стали. В результате повышается прочность и другие характеристики стальных изделий. Например, можно будет изготавливать трубы для систем ТГВ более тонкие, но более прочные. Выполнение в поверхностном слое наноструктур или нанесение на поверхность труб наноструктурных покрытий повысит коррозионную стойкость.

Древесина. Для защиты изделий из древесины от биопоражений предложено использовать наноэмульсии биоцидов, нерастворимых в воде. Биоциды, проникая в древесину, обратно из нее не вымываются.

Теплоизоляционные материалы. Углеродные волокна и, тем более, углеродные трубки являются эффективным теплоизоляционным материалом, причем, весьма долговечным. Тепловая изоляция с использованием волокон на наноуровне существенно повышает комфортность помещения.

Краски, содержащие коллоидное наносеребро, обладают бактерицидными свойствами. Такие краски очень необходимы для детских садов, родильных домов и других помещений, где нужно регулярно проводить обеззараживание.

Наноконкомпозиты — это обычные полимеры, армированные диспергированными наночастицами. Такие материалы не уступают металлам по прочности, но значительно легче. А по коррозионной стойкости, звукопоглощению и способности к переработке превосходят традиционные материалы. Наноконкомпозиты могут найти применение для изготовления труб, облицовки зданий и т.п.

Оконное стекло. Окно, как часть ограждающей конструкции здания, является «окном» для теплопотерь. Современные окна из стеклопакетов имеют высокое термическое сопротивление, но все равно меньше термического сопротивления стен. Давно существует идея создания окон с мобильной теплозащитой для ночного времени. Например, межстекольное пространство заполняется теплозащитным экраном. Это решение задачи снижения теплопотерь на макроуровне и оно недоста-



Установка компании Surrey Nanosystems (США) для получения нанокompозитов

www.worldwallpaperfree.com

точно эффективно. Гораздо более эффективны решения на микроуровне — теплоотражающие стекла. Такие стекла имеют нанопокрывтие, обладающее способностью по-разному пропускать и отражать излучение различных длин волн. Поэтому теплоотражающие стекла могут одновременно выполнять функции защиты от лучей солнца и теплоизоляции. Разработаны электрохромные или «самотемнеющие» стекла. При подаче на стекла напряжения 20–40 В они изменяют светопропускание от 4 до 100%. Таким образом, жители смогут при необходимости затенять окна без использования жалюзей и штор.

Интеллектуальные наноматериалы. Это сплавы с памятью формы, чем обладает, например, нитинол (сплав никеля и титана). Изделия из нитинола в зависимости от температуры принимают различную форму. Предложено выполнять из нитинола охлаждающие пластины отопительного прибора. Пластины сами регулируют теплоотдачу прибора, принимая в зависимости от температуры форму с различной величиной поверхности теплоотдачи. Детали с памятью формы могут использоваться в запорно-регулирующей арматуре, воздухозаборных устройствах, воздухораспределителях и т.п. Второй пример интеллектуальных материалов — стекла и полимеры, меняющие свою прозрачность, цвет и другие характеристики под воздействием электрического поля, света, теплоты, механических факторов и т.п.

Здесь следует вспомнить и о биметаллах. Биметаллические пластины уже давно используются в технике, например, в бытовых газовых приборах в качестве

датчиков контроля пламени запальника, тяги и т.п. В биметаллических пластинах используется эффект различного теплового расширения — «работает» кристаллическая решетка металлов.

Магнитные жидкости

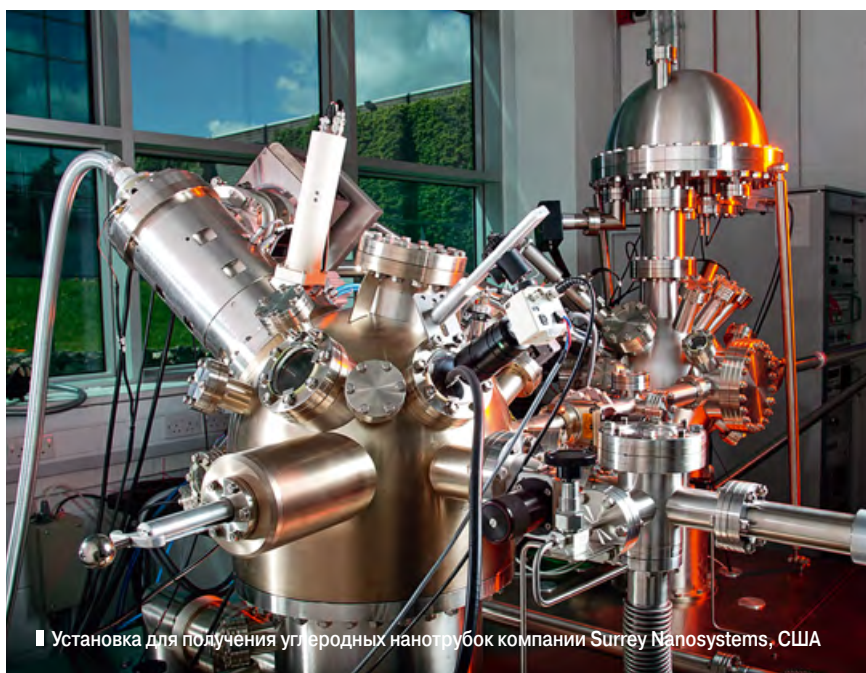
Магнитные жидкости или ферромагнитные жидкости — это суспензии из магнитных частиц (размером около 10 нм), взвешенные в носителе. В качестве носителя может использоваться и вода. При наложении магнитного поля внутри этих жидкостей возникают объемные и поверхностные силы, в результате чего наблюдаются необычные гидромеханические явления. Магнитное манипулирование наночастица-

ми в ферромагнитных жидкостях создает уникальную возможность дистанционного регулирования их параметров (вязкости, давления, теплопроводности). Сейчас магнитные жидкости используются в небольших количествах в качестве герметиков, вакуумных уплотнителей, вязкостных глушителей колебаний и т.п. Фантастично, но весьма перспективно применение магнитной жидкости на основе воды в качестве теплоносителя в системах отопления и теплоснабжения. Тогда запорно-регулирующая арматура и насосы, выполненные на основе электромагнитов, будут располагаться снаружи трубы и в конструкции вообще не будет механических устройств, взаимодействующих с теплоносителем.

Другой тип суспензий — электрореологические жидкости, которые изменяют свои свойства под воздействием электрического поля. Электрореологические клапаны еще более чувствительнее магнитных клапанов, благодаря отсутствию остаточного магнетизма.

Теплоснабжение

Большой проблемой для систем централизованного теплоснабжения являются тепловые потери в сетях. Повышение качества тепловой изоляции обходится дорого, и все равно теплотери неизбежны. Предложена «холодная» теплотрасса, по которой к потребителю разделяно подаются два «теплоносителя» — два вещества, которые у потребителя вступают в экзотермическую реакцию и отдают теплоту. Образовавшееся вещество



Установка для получения углеродных нанотрубок компании Surrey Nanosystems, США

www.worldwallpaperfree.com

(раствор) возвращается к источнику теплоснабжения, где под воздействием температуры протекает эндотермическая реакция разделения (диссоциации), и цикл повторяется. Предложено использовать обратимые химические реакции или процессы: диссоциации/ассоциации, десорбции/абсорбции, растворение/выпарка и т.п. Авторы идеи «холодной» теплотрассы надеются передать теплоту на любые расстояния, хоть на Марс. Однако запасы тепловой энергии приведенных реакций невелики. Идея может быть реализована, если будут найдены вещества, выделяющие при обратимом взаимодействии количество теплоты на уровне или даже больше, чем выделяется при горении ископаемых топлив. Например, решение проблем получения, стабилизации и хранения атомного водорода даст возможность использовать его для теплоснабжения (при рекомбинации атомного водорода выделяется больше теплоты, чем просто при сжигании водорода).

Теплогенерирующие установки

В настоящее время проблема теплотер в тепловых сетях успешно решается применением систем автономного теплоснабжения. В качестве источника теплоты для отдельных зданий используются газовые котельные. Однако для зданий необходимо и электроснабжение. Комплексно децентрализованное тепло- и электроснабжение обеспечивают мини-ТЭЦ. Предложены мини-ТЭЦ на базе поршневых ДВС, газотурбинных двигателей и топливных элементов. Наиболее перспективным представляется использование топливных элементов, т.к. они обеспечивают высокую эффективность, экологичность и надежность при низком уровне шума при работе. В топливных элементах химическая энергия топлива (водород, природный газ) преобразуется в электрическую (30–50%) и тепловую (до 40–50%) энергию. Суммарный КПД мини-ТЭЦ на топливных элементах может достигать 80%. Рабочий процесс в топливных элементах происходит на атомно-молекулярном уровне. Создав топливные элементы, человек повторил созданные природой устройства получения энергии в живых организмах. Этот факт свидетельствует о высокой перспективности топливных элементов, поскольку все процессы в природе очень высокоэффективны. Имеются примеры практического использования топливных элементов для тепло- и электроснабжения зданий [4].

Газоснабжение

В газоснабжении, как отмечено выше, могут найти применение полученные с помощью нанотехнологий трубы, фитинги, запорно-регулирующая арматура, агрегаты и приборы. Весьма перспективно газоснабжение автономных источников энергоснабжения — мини-ТЭЦ и микро-ТЭЦ на основе топливных элементов. По традиционной схеме энергообеспечения к каждому жилому объекту подводится несколько видов энергии: электроэнергия, тепловая энергия, сетевой газ, горячая вода. Установка крышных микро-ТЭЦ на жилых объектах позволит подводить к ним только один вид энергоносителя — сетевой природный газ (в перспективе — водород). Всю бытовую технику можно будет перевести на электропитание. Убрав из квартир газопроводы и газовые плиты можно резко увеличить безопасность использования природного сетевого газа.

Вентиляция и кондиционирование

Пример из изобретательской практики. В закалочном цехе производилась закалка мелких металлических деталей. При опускании раскаленных деталей в масляную ванну масло загоралось, и над ванной образовывались вредные продукты неполного сгорания. Однако бортовые отсосы и общеобменная вентиляция обеспечивали необходимые параметры воздуха в рабочей зоне. Цех перешел на закалку крупных деталей. При медленном опускании детали в масло стало образовываться огромное пламя, и по всему цеху разносится сажа. Предложено было увеличить мощность системы, но расчеты показали, что при увеличенных расходах воздуха возникнут сквозняки, что неизбежно приведет к простудным заболеваниям работающих. Задача решена на молекулярном уровне: предложено растворить в масле щавелевую кислоту. Под воздействием теплоты детали кислота разлагается, образуя углекислый газ, который обволакивает деталь, не допуская горения масла.

Пылеочистка газовоздушных потоков. Предложено разделять запыленные потоки и заряжать пылевые частицы в них разноименными электрическими зарядами. После объединения потоков, противоположно заряженные частицы быстро коагулируют, а потом отделяются. Еще в 1960-х гг. предложен фильтр из металлических частиц, которые образуют прочную пористую структуру при наложении магнитного поля. Когда фильтр

забивается пылью, поле выключают, и фильтр падает, разделяясь на отдельные частицы. Потом поле снова включают, металлические частицы поднимаются, а пыль остается на дне аппарата.

Для пылеочистки весьма эффективны нанопористые материалы, в частности со сквозными полостями, из которых изготавливают нанофильтры. При наноскопических поперечных размерах пор нанофильтры имеют различную проницаемость для молекул разных форм и размеров. Нанофильтры применяются в системах жизнеобеспечения космических станций, могут использоваться для тонкой очистки воздуха и воды. Для изготовления нанофильтров применяются нанопорошки металлов и керамики, которые спекаются методом порошковой металлургии.

Большой интерес представляют биологические методы синтеза наноматериалов, прототипом которых являются природные методы синтеза. Природа синтезирует наноструктуры и собирает из них живые системы, которые являются образцом экономичности, рациональности, безотходности и многофункциональности. Человек давно уже использует в хозяйственной деятельности различные виды дрожжей, ферменты, бактерии. В связи с этим рациональным представляется сопоставить систему кровообращения и систему теплоснабжения, систему газообмена в легких и систему вентиляции.

Нанотехнологические сенсоры (датчики) могут коренным образом изменить организацию автоматизированных систем управления (АСУ) системами ТГВ, обеспечив поддержание оптимальных параметров микроклимата помещений, энергосбережение в жилых, общественных и производственных зданиях. А микророботы (наноманипуляторы) смогут успешно вести мониторинг систем ТГВ. Например, диагностику газопроводов, отслуживших нормативный срок.

«Роснано» и Минобразования

Для реализации государственной политики в области нанотехнологий и наноматериалов, организации, координации и поддержки исследований в 2007 г. создана «Государственная корпорация нанотехнологий» (Роснано). Основная миссия Роснано — обеспечение эффективности внедрения научных разработок в производство. В декабре 2008 г. в Москве состоялся первый Междуна-

родный форум по нанотехнологиям Rusnanotech'08, организованный Роснано. На форуме генеральный директор Роснано А. Чубайс сообщил, что инвестиции в коммерциализацию нанотехнологий со стороны Роснано в 2008 г. составили 20 млрд руб. и в будущем будут возрастать. По его словам, суть деятельности Роснано — помощь ученым, нанобизнесу и нарождающейся наноотрасли России.

Пока доля России на мировом нанорынке составляет 0,07%. Поставлена непростая задача: изменить ситуацию и довести этот показатель до 3%. Приняты две крупные программы: «Программа развития nanoиндустрии в РФ до 2015 года» и ФЦП «Развитие инфраструктуры nanoиндустрии в РФ на 2008–2010 годы». В 2008 г. в развитие нанотехнологий ведущие страны вложили около \$ 13 млрд. Большого всего вложено в исследования нанотехнологий в электронике и информационные технологии — 53%, в перерабатывающую промышленность и индустрию материалов — 23%. В 55 странах приняты

национальные программы развития нанотехнологий [5].

С 2007 г. Министерство образования и науки РФ ведет разработку структуры, необходимой системы координации и управления национальной нанотехнологической сетью (ННС). Министр образования А. Фурсенко неоднократно выступал с докладами «О научном и организационном обеспечении развития nanoиндустрии в РФ».

В Воронежском государственном архитектурно-строительном университете в 2008 г. прошел Второй международный конгресс «Наука и инновации в строительстве» (SIB'2008). На конгрессе активно обсуждался вопрос развития нанотехнологий в строительном деле, в области вяжущих, керамических и полимерных материалов [5].

Происходят изменения в структуре подготовки специалистов. Так, в РХТУ им. Д.И. Менделеева еще в 2003 г. организована кафедра «Нанотехнологии и наноматериалы». Это первая в России кафедра химико-технологического профиля, занимающаяся подготовкой спе-

циалистов в области наноматериалов и нанотехнологий. Кафедра имеет ряд филиалов в институтах РАН.

Разработка нанотехнологий и получение наноматериалов открывают пути для дальнейшего развития физики, химии, материаловедения и для многих других наук. Возникают новые междисциплинарные научные исследования и связи. Это влечет за собой изменения в инфраструктуре высшего образования — возникают новые кафедры и специальности. Следует ожидать, что уже очень скоро, в ближайшие 5–10 лет, нанотехнологии окажут сильное влияние не только на развитие отраслей промышленности, в частности, и на системы теплогазоснабжения и вентиляции. ■

1. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления исследований. — М.: Мир, 2002.
2. Перспективные материалы. Учеб. пособие / Под ред. Д.Л. Мерсона. — ТГУ, МИСиС, 2006.
3. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. — Петрозаводск: Скандинавия, 2004.
4. Бродач М.М., Шилкин Н.В. Использование топливных элементов для энергоснабжения зданий // АВОК, №2–3/2004.
5. Еженедельная газета научного сообщества «Поиск», «Наноскоп».

КОТЛЫ И ГОРЕЛКИ BOILERS AND BURNERS

VIII

МЕЖДУНАРОДНАЯ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ВЫСТАВКА
ПО ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ



Международный Форум:
«Реализация программ энергосбережения
и повышения энергоэффективности»

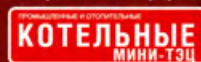
25-28 мая Санкт-Петербург '10

Петербургский СКК, пр. Ю. Гагарина, 8
т./ф.: +7 (812) 777-04-07, +7 (812) 718-35-37
http: www.farexpo.ru, e-mail: gas2@orticon.com

Организаторы:



Генеральный информационный партнер:



Информационные партнеры:



Особенности внутренних блоков VRF-системы Multi V от LG Electronics

Мы продолжаем цикл статей, посвященных мультизональным системам кондиционирования LG Multi V. В этом номере мы расскажем об особенностях внутренних блоков кассетного типа. Когда мы оцениваем комфортные условия окружающей среды, особенно в той, в которой нам приходится работать, мы имеем в виду совокупность таких оптимальных параметров, как тепловой комфорт, качество воздуха, освещенность и уровень шума. И если мы не ощущаем каждый день необходимого комфорта на рабочем месте, наша работоспособность и продуктивность неизбежно падает.

Проведенные многочисленные исследования доказывают, что тепловой комфорт, как составляющая комфортных условий в целом, оказывает значительное влияние на эффективность работы. В действующем стандарте ГОСТ 30494-96 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» приведены основные параметры, характеризующие микроклимат помещения и влияющие на тепловой комфорт: температура воздуха, скорость движения воздуха, относительная влажность воздуха, результирующая температура помещения и локальная асимметрия результирующей температуры.

Эти пять количественных параметров не единственные, но самые важные. Параметры взаимосвязаны и, чтобы поддерживать комфорт, изменение одного из них возможно компенсацией изменения других. Это доказывает, что тепловой комфорт — это совокупность многих физических параметров, а не одного, как, например, температура воздуха.

Для оптимального комфорта требуется соблюдение требований ГОСТа, а также поддерживать определенные соотношения между параметрами комфорта в зависимости от времени суток и наружных условий, обеспечив при этом возможность их индивидуального и локального регулирования. Внутренние блоки мультизональных систем серии Multi V производства LG Electronics были специально разработаны с учетом приведенных выше требований.

Так, блоки кассетного типа, которые наиболее широко применяются в качестве локальных доводчиков для офисных помещений, обеспечивают оптимальное воздушораспределение в зависимости от режима работы (рис. 1).

Конструкцией блока кассетного типа предусмотрено независимое управление положением каждой из четырех воздушных жалюзи, поэтому пользователь при помощи настенного или инфракрасного пульта управления может задать индивидуально направление и скорость подачи воздуха, при котором он будет чувствовать себя наиболее комфортно. При этом полностью исключается эффект сквозняка (рис. 2). По сравнению с моделями блоков кассетного типа предыдущей модификации, новые блоки имеют оптимизированные воздушные жалюзи, что позволяет более равномерно распределять воздух по помещению (рис. 3).

Другой немаловажной составляющей комфорта является уровень шума в помещении при работающем внутреннем

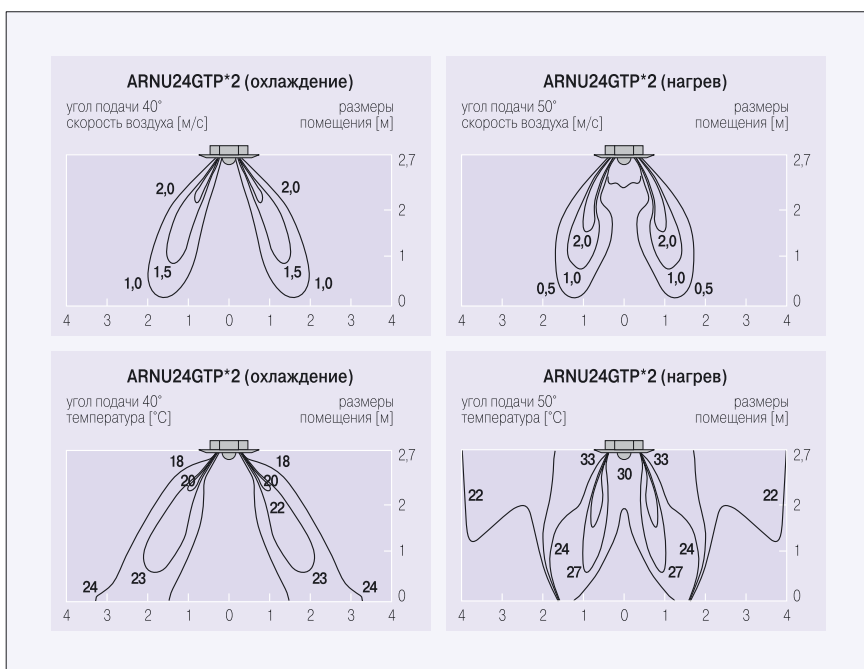


Рис. 1. Графики скоростей воздуха и распределения температуры для внутреннего блока ARNU24GTPC2 при различных режимах работы

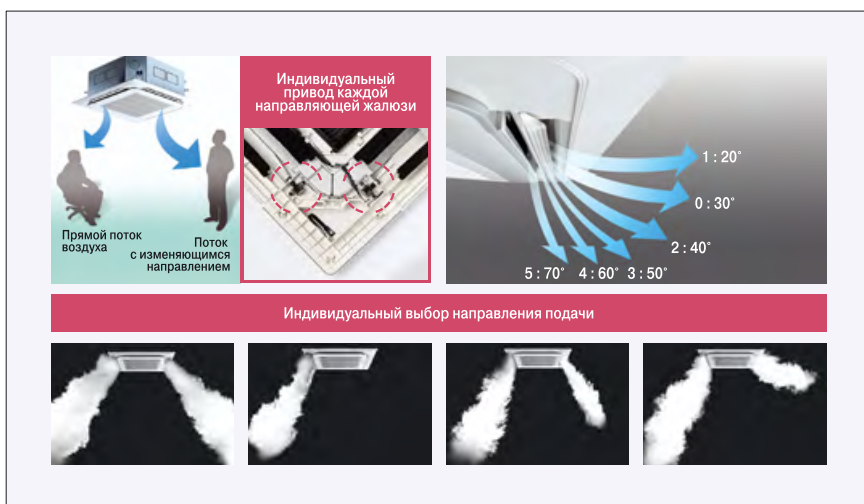


Рис. 2. Независимое изменение направления подачи воздуха

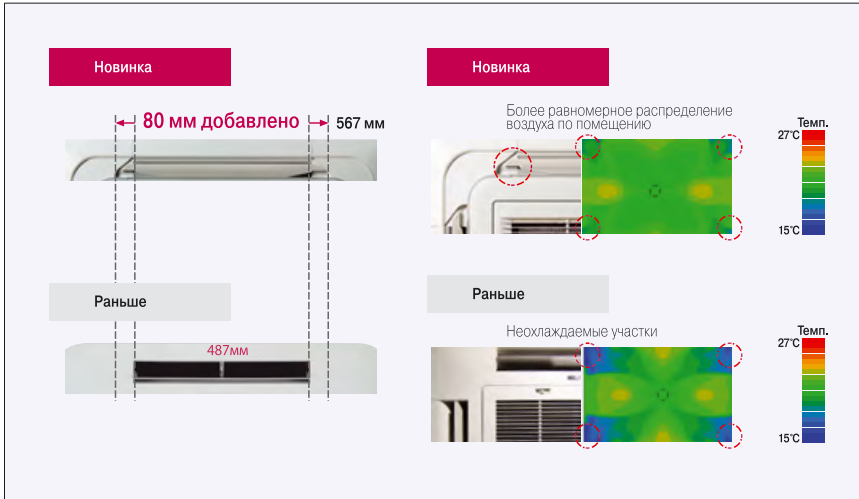


Рис. 3. Конструкция воздушных жалюзи блоков кассетного типа

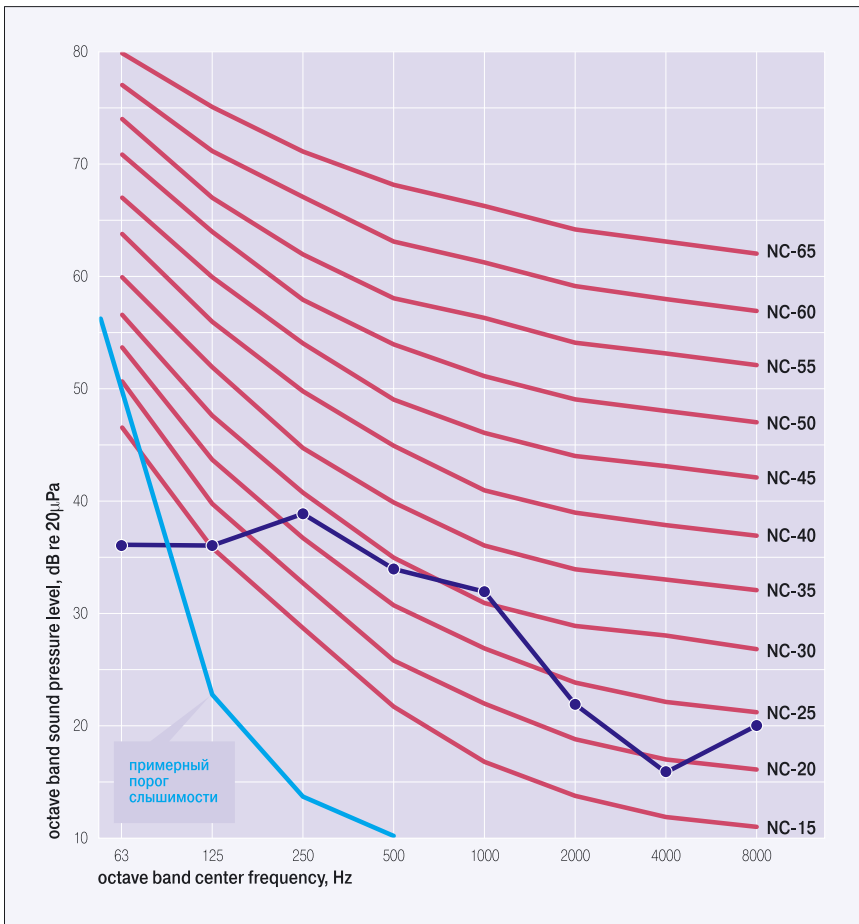


Рис. 4. Шумовые характеристики блока кассетного типа ARNU24GTPC2

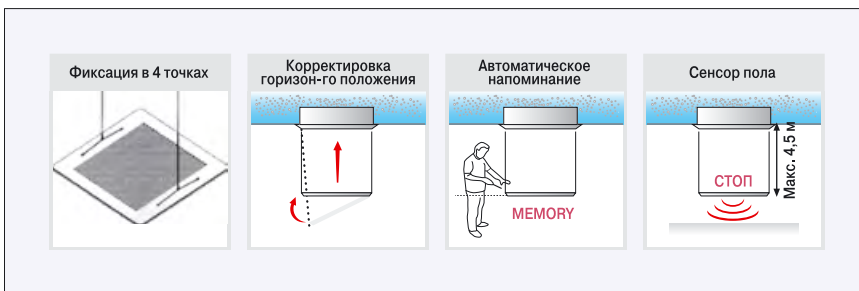


Рис. 5. Декоративная панель блока кассетного типа с автоматическим перемещением воздухозаборной решетки

блоке. Описанные выше конструктивные модификации системы воздухораспределения блоков кассетного типа были проведены с учетом получения наиболее низких шумовых характеристик. Помимо этого в новых кассетных блоках применена запатентованная LG Electronics конструкция крыльчатки вентилятора с инверторным приводом постоянного тока. Таким образом были учтены две составляющие источника шума: гидравлическая и механическая, что в итоге привело к минимизации уровня шума блоков кассетного типа (рис. 4).

Специально для офисных помещений, в которых в качестве доводчиков применяются внутренние блоки кассетного типа, инженерами компании LG Electronics была разработана декоративная панель с возможностью автоматического перемещения вверх и вниз центральной ее части, в которой находится воздушный фильтр. Наличие данной функции позволяет снять множество проблем, связанных с периодической необходимостью чистки воздушного фильтра, особенно в помещениях, в доступ обслуживающего персонала в которые по тем или иным причинам ограничен. Сотрудники офиса самостоятельно, используя только пульт дистанционного управления, могут опустить решетку с фильтром с высоты 4,5 м до положения, при котором в зависимости от роста человека, наиболее удобно извлечь воздушный фильтр для его очистки. При этом данное положение автоматически запоминается электроникой, и при последующем опускании решетки она останавливается именно на заданном уровне. Однако, чтобы избежать каких-либо неприятностей при проведении операции по очистке воздушного фильтра, в системе существует датчик, который определяет возможные препятствия на пути перемещения решетки, автоматически прерывая его. При обратном перемещении решетки активируется система корректировки горизонтальности, которая обеспечивает возврат решетки к ее первоначальному положению и плотное прилегание к декоративной панели (рис. 5).

Технологии, применяемые во внутренних блоках кассетного типа, позволяют обеспечивать максимальный уровень комфорта для пользователей. В следующем номере мы продолжим цикл статей и расскажем о системе очистки воздуха, применяемой в мультizonальных системах кондиционирования LG Multi V. □

Продолжение в следующем номере.

ЕС-вентиляторы для овощехранилищ и грибных камер

Рыночная экономика изменила систему сбыта плодоовощной продукции — оптовые базы и торговые сети сегодня заинтересованы в партнерах, обеспечивающих равномерную поставку товара в течение года. Длительное хранение картофеля и овощей, как правило, не входит в их интересы. Это неудивительно, ибо хранение овощей — затратный и непростой процесс, учитывая длительность хранения и необходимость выдерживания его параметров в достаточно жестких рамках, обеспечивающих минимальное количество отходов. В то же время, снижение осенью цен на картофель и овощи вынуждает крупных производителей размещать продукцию на длительное хранение, что заставляет серьезнее подходить к оснащению хранилищ, в том числе и активной (принудительной) вентиляцией.

Причины этого кроются в особенностях хранения овощей. Основная особенность заключается в том, что процессы жизнедеятельности (дыхание, выделение влаги, тепла) в овощах продолжают и в период хранения. Эти процессы изменяют температуру, влажность, состав воздуха в помещениях, где происходит хранение овощей.

Оптимальные условия хранения многих овощей и корнеплодов — это достаточно низкие положительные температуры, довольно высокая влажность при достаточном содержании кислорода в воздухе. По ряду причин, такие условия, например, при хранении картофеля в хранилищах, не оборудованных активной вентиляцией, удается создать далеко не всегда. Например, естественная вентиляция незрелого картофеля,

убранного из переувлажненной почвы, неэффективна даже при высоте насыпи менее одного метра. Незрелые клубни испаряют в 20 раз больше влаги, чем те, которые имеют плотную кожуру без повреждений. Клубни, покрытые водяной пленкой, не могут дышать, не идут процессы заживления повреждений, что провоцирует развитие болезней.

Вентиляция овощной продукции с помощью холодильного оборудования, обычно используемого для кондиционирования воздуха или хранения продукции в холодильных камерах, не может обеспечить просушку, заживление повреждений, отвод тепла, водяных паров, углекислого газа из нижнего и среднего слоя насыпи, контейнеров. Производительность по воздуху и давление, создаваемое вентиляторами холо-

дильного оборудования, для этого недостаточны.

Холодильные машины при хранении плодоовощной продукции эффективны только в сочетании с активной вентиляционной системой, а мощность холодильных машин должна рассчитываться на объем весеннего (с мая) хранения.

Оборудование принудительной вентиляции способно качественно и своевременно обеспечивать просушку, заживление повреждений, охлаждение, основное хранение и нагревание овощей перед выгрузкой. Правильное использование наружного, внутреннего воздуха или их смеси позволяет поддерживать оптимальные условия хранения в течение семи-восьми месяцев после уборки с минимальными затратами и потерями.

При активной вентиляции можно увеличить высоту загрузки хранилища до четырех-пяти метров и при этом создать лучшие условия хранения. Также снижается разница между температурой продукта и воздуха в хранилище, между температурами верхнего и нижнего слоя, уменьшается отпотевание верхнего слоя. Обычно распространяющиеся в продукции в условиях естественной вентиляции болезни при активной вентиляции встречаются меньше и степень поражения значительно ниже.

Естественно, активная вентиляция требует эффективного управления. Слишком сильное проветривание или подача сухого воздуха создают опасность поражения чер-



Фото компании-производителя.



Фото компании-производителя.

ной пятнистостью и сухой гнилью. Плюс это может привести к усыханию и потере живого веса продукции, что также невыгодно. Кроме того, в периоды бездействия вентиляторов в массе продукции происходит повышение температуры и влажности. Оптимальным режимом работы активной вентиляции является снижение оборотов до необходимого в данный момент уровня без полного отключения вентиляторов.

На базе энергосберегающих ЕС-вентиляторов ebmpapst белорусская компания «АгроМастер» разработала и внедрила в производство программно-технический комплекс «Тургор АМ». На сегодняшний день данный комплекс не имеет в мире аналогов по надежности, экономичности, энергопотреблению и эксплуатационным качествам. Данный комплекс предназначен как для оснащения новых хранилищ, так и переоборудования существующих помещений овощехранилищ независимо от их типа, вместимости и способов хранения.

Наиболее существенным преимуществом оборудования для поддержания микроклимата в овощехранилищах от «АгроМастер» является применение электронно-коммутируемых вентиляторов ebmpapst. Высокоэффективные и надежные, они обеспечивают энергосбережение более 50% и благоприятный микроклимат в овощехранилищах за счет плавной (от 0 до 100%) подачи воздуха. Расчеты показывают, что только за счет экономии электроэнергии первоначальные капитальные затраты на такое оборудование окупаются примерно за год. И это без учета лучшей сохранности продукции, а значит — возможности продать ее по более высокой цене.

При оптимальной настройке ЕС-вентиляторов, они большую часть времени работают в режиме 25–65% от максимальной скорости вращения. Кроме того, за счет постоянной и плавной работы вентиляторов устраняются скачки температуры в камере хранения картофеля, что существенно снижает количество отходов при хранении продукта.



Фото компании-производителя.

Кроме экономии электроэнергии, существуют еще косвенные эффекты снижения затрат. Например, пусковые токи у ЕС-вентиляторов отсутствуют, в отличие от традиционных АС-вентиляторов на базе асинхронных двигателей. Таким образом, можно существенно сэкономить на мощности силовых линий и пусковом оборудовании, которые для АС-вентиляторов должны быть рассчитаны с учетом 5–7-кратного превышения по отношению к номинальному току.

ЕС-вентиляторы могут с успехом использоваться не только при хранении, но и при выращивании грибов. Специалисты знают, что оптимальные условия (температура, влажность, скорость движения воздуха) в различных фазах развития гриба значительно отличаются, а оттого, насколько четко будут выдержаны климатические параметры, зависит урожайность грибов и прибыль сельхозпроизводителя.

Пример

Одиннадцать камер для выращивания шампиньонов оснащены отечественными вентиляторами (в каждой камере по одному) типа ВЦ 14-46 №3,15 с мощностью двигателей 0,75 кВт или 1,5 кВт, их включение/выключение осуществляется вручную. Эксплуатация такого оборудования связана с повышенным потреблением электроэнергии и высокими пусковыми токами, что приводит к увеличению себестоимости гри-

бов и снижению их конкурентоспособности на рынке. На определенной фазе выращивания грибов производительности вентиляторов становится недостаточно, в связи с чем ограничивается объем производства грибов на имеющихся площадях.

Если заменить неэффективные устаревшие вентиляторы на энергосберегающие вентиляторы компании ebmpapst типа КЗГ355-АХ56-01, произойдет увеличение производительности по воздуху в два раза и, как следствие, увеличение объема производства шампиньонов также в два раза на тех же площадях! При этом затраты на электроэнергию снижаются минимум на 30% (если заменить все 11 вентиляторов). Вентиляторами при этом управляет оператор при помощи потенциометра в зависимости от фазы роста грибов — на 30, 50, 75 и 100% производительности.

Таким образом, вентиляторы на базе ЕС-электродвигателей ebmpapst позволяют четко выдерживать заданные параметры температуры и влажности, измеряемые соответствующими датчиками с наличием выходного сигнала 0–10 В или 4–20 мА. Сигнал от датчиков поступает непосредственно в вентилятор, что обеспечивает адекватное изменение скорости вращения рабочего колеса. И это помимо традиционной высочайшей экономии электроэнергии, надежности, низкого уровня шума, полной управляемости и других преимуществ ЕС-электродвигателей. □

Воздушно-тепловой режим помещения

Комфорт людей, находящихся в помещении, связан с требуемым сочетанием параметров микроклимата. Формирование данных параметров в помещении требует затрат энергии. В современных условиях вопрос эффективного использования энергии стоит достаточно остро. Тенденция роста востребованности мероприятий, позволяющих снизить стоимость инженерных решений, направленных на обеспечение параметров микроклимата в помещении в соответствии с требуемым уровнем комфорта, сохраняется на протяжении последних десятилетий. Выбор того или иного инженерного решения тесно связан со стоимостью его реализации и затратами при эксплуатации.

А.С. МАРКЕВИЧ, ассистент; А.Г. РЫМАРОВ, доцент, к.т.н., Московский государственный строительный университет (МГСУ)

Одним из направлений, призванных минимизировать затраты на системы климатизации здания, является полезное использование энергии окружающей среды [1, 2]. На первый взгляд теплый период года является менее энергоемким, чем холодный, в виду меньшей разности температуры наружного воздуха и воздуха в помещении. Однако значительные теплоизбытки в помещении и более высокая стоимость охлаждения воздуха, по сравнению с нагреванием, заставляет с большим вниманием относиться к решениям инженерных систем по климатизации помещений, применение которых связано с теплым периодом года. Одним из способов, позволяющих снизить уровень затрат энергии в теплый период, является ночное проветривание.

Тепловое взаимодействие между собой строительных конструкций, технологического оборудования, вентиляционного и инфильтрующегося воздуха, мебели и других предметов интерьера формирует тепловую обстановку в помещении. Дополнительным воздействием на температурный режим помещения может служить поступление наружного воздуха в темное время суток.

Ночью температура наружного воздуха снижается. Его поступление в помещение приводит к изменению температуры внутреннего воздуха, поверхностей и толщи ограждающих конструкций и оборудования. В зависимости от теплотехнических показателей материалов, из которых выполнены ограждения и оборудование, меняется продолжительность их влияния на тепловой режим помещения в течение дневно-



го времени суток. В частности, влияние элемента помещения, изготовленного из материала, характеризующегося высокой теплоемкостью, более значительно, чем влияние элемента, выполненного из материала с меньшей теплоемкостью. Оборудование и предметы обстановки помещения, как факторы, оказывающие влияние на тепловой режим помещения, разделяют на элементы, активно и пассивно воздействующие на температурную обстановку. К активным элементам относится оборудование, выделяющее теплоту при превращении механической, электрической и пр. энергии в тепловую, а к пассивным — элементы, изменяющие способность помещения в целом аккумулировать теплоту (мебель, колонны, предметы интерьера).

Степень эффективности использования энергии, содержащейся в наруж-

ном воздухе, может быть изменена за счет подачи и удаления воздуха при помощи механической системы вентиляции — системы ночного проветривания, специально созданной для работы в ночное время; при этом кратность воздухообмена может превышать 10 ч^{-1} , что позволяет усилить охлаждение помещения.

Количество подаваемого в помещение воздуха влияет на подвижность воздуха в помещении, а значит и на интенсивность теплоотдачи между воздухом и ограждающими конструкциями и элементами обстановки помещения. Интенсивность теплоотдачи воздуха с элементами помещения осо-

бенно важна в период, когда снижение температуры наружного воздуха кратковременно.

Изменение температуры воздуха в помещении при разных значениях кратности воздухообмена помещения, ориентированного на южную сторону, представлено на рис. 1. График демонстрирует результаты расчета теплового режима помещения при установившемся квазистационарном состоянии и поступлении наружного воздуха в ночное время суток в 4-х, 8-и и 12-кратном воздухообмене по сравнению с вариантом, когда поступление наружного воздуха ночью отсутствует. В начале рабочего дня температура воздуха снижается в связи с включением системы кондиционирования воздуха. При

применении ночного проветривания с разными кратностями виден провал температуры воздуха помещений в ночной период и выход температуры воздуха на более низкий уровень в дневное время (когда работает система кондиционирования воздуха).

Математическое моделирование тепловых процессов, протекающих в здании, предполагает рассмотрение теплопередачи через наружные ограждения здания, лучистой и конвективной теплоотдачи поверхностей помещения, влияния внешних и внутренних факторов на воздушно-тепловой режим помещения.

В основу математической модели положены уравнения: баланса теплоты для поверхностей ограждающих конструкций, контактирующих с наружным воздухом; Фурье в конечно-разностном виде; баланса теплоты для поверхностей ограждающих конструкций, обращенных в помещение; уравнение теплового баланса воздуха в помещении; уравнение баланса теплоты для поверхностей элементов обстановки помещения.

Моделирование нестационарного температурного режима является многофакторной задачей, поскольку мы имеем дело с функционалом, описывающим тепловой режим помещения. Все составляющие функционала связаны друг с другом и проявляют свое действие в каждый момент времени, что учитывается при расчетах. Чем больше влияющих параметров будет учтено, тем результат будет ближе к действительности.

При рассмотрении ночного проветривания необходим учет влияния солнечной радиации на воздушно-тепловой режим помещения. Солнечная радиация, поступающая в помещение, способна в кратчайшие сроки свести к минимуму весь эффект от ночного проветривания помещения. Кроме того, солнечная радиация, проникающая в помещение, способствует возникновению на внутренних поверхностях ограждающих конструкций области, температура которой отличается от температуры остальной части поверхности данного ограждения. Учет влияния



количества теплоты, поступающей в помещение с солнечной радиацией, на тепловой режим помещения должен ставиться с учетом движения «солнечного пятна» по внутренней поверхности ограждений и предметов интерьера. Однако, при этом сложность расчета теплообмена излучением возрастает многократно, т.к. перемещение «солнечного пятна» требует пересчета коэффициентов облученности поверхностей помещения в каждый момент времени. При этом сложная форма «солнечного пятна» и возможность его перемещения как по горизонтальным, так и по вертикальным ограждениям усложняет исследование воздушно-теплого режима помещения. Форма «солнечного пятна» в виде параллелограмма не позволяет использовать уже известные схемы определения коэффициентов облученности поверхностей помещения прямоугольной формы. Двигаясь по полу, пятно, достигнув вертикального ограждения, разделится на две поверхности сложной формы. Дальнейшее перемещение приведет к постоянно меняющимся величинам коэффициентов облученности всех поверхностей помещения.

Определение коэффициентов облученности внутренних поверхностей и так представляет серьезную задачу при условии наличия поверхности сложной формы. Наличие нескольких таких поверхностей, геометрические размеры которых постоянно меняются в связи с нестационарностью процесса, значительно усложняет процесс изучения лучистого теплообмена в помещении

и воздушно-теплого режима в целом. Дополнительным фактором, усложняющим исследование теплообмена внутренних поверхностей помещения за счет излучения, является учет поверхностей предметов интерьера и обстановки помещения с их сложной поверхностью. В таких условиях количество коэффициентов облученности поверхностей увеличивается в разы. Сочетание вышерассмотренных сложностей и необходимости учета влияния солнечной радиации приводит к пониманию важности поиска дополнительных факторов, которые могут качественно изменить картину теплообменных процессов, протекающих в помещении. В качестве таких факторов можно рассмотреть солнцезащитные устройства, размещенные как в помещении — шторы, жалюзи, так и вне его — стационарные элементы фасада здания.

В результате появляется возможность рассматривать солнечную радиацию, проникающую в помещение, равномерно распределенной по всем внутренним поверхностям, и вернуться к условиям, когда количество теплообменных поверхностей невелико и их геометрическая форма — прямоугольник.

Оборудование (в частности мебель), находящееся в помещении, представляет собой не сплошной объем материала, а совокупность нескольких элементов разной геометрической формы, поэтому справедливым будет подход, при котором процесс теплообмена оборудования будет рассмотрен для каждого элемента отдельно.

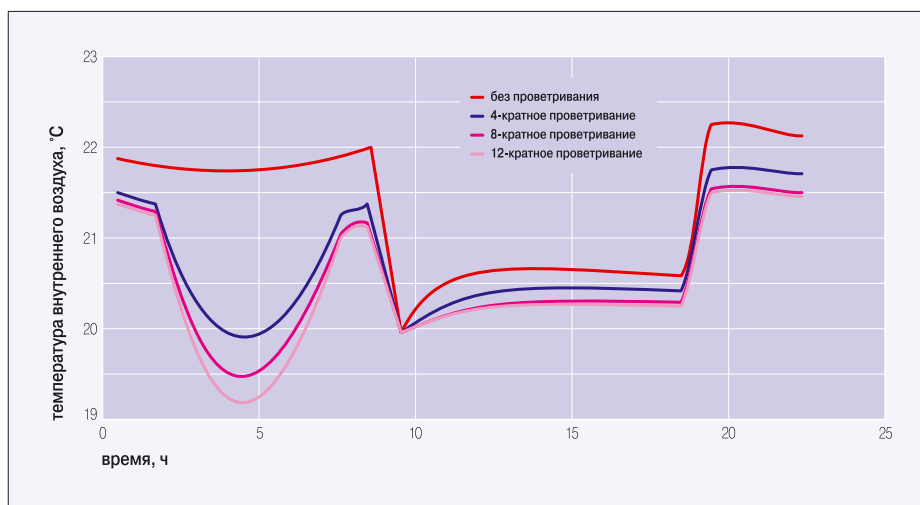


Рис. 1. Зависимость температуры внутреннего воздуха от кратности воздухообмена помещения

Сложная поверхность мебели затрудняет исследование теплообмена излучением поверхностей помещения. При моделировании теплового режима помещения мебель, как пассивный элемент помещения, можно представить в виде пластин, материал которых соответствует материалу, из которого выполнена мебель. Пластины располагаются в вертикальной и горизонтальной плоскости и представляют собой упрощенные модели поверхностей мебели и образуют параллелепипед, расположенный в центре помещения. Воздух, находящийся во внутренней части параллелепипеда, неподвижен, но сообщается с воздухом помещения.

Связь теплового режима помещения с воздушным режимом приводит к необходимости рассмотреть процессы перемещения воздуха через внутренние и наружные ограждающие конструкции. Исследование этих процессов связано с определением перепада давлений воздуха по обе стороны ограждений. Разность давлений обеспечивает поступление воздуха в помещение. В зависимости от параметров поступающего воздуха происходит изменение тепловой обстановки в помещении.

Разнообразие параметров, влияющих на перепад давлений между расчетным помещением и окружающими его помещениями либо наружным воздухом, осложняет исследование теплового режима.

Перепад давления между помещением и наружной средой включает гравитационную и ветровую составляющую. Гравитационная составляющая перепада давлений напрямую зависит от разности температур внутреннего и наруж-

ного воздуха. В теплый период в дневное время суток эта разность температуры составляет величину 10–15 °С, тогда гравитационная составляющая перепада давления, если здание обслуживается системой вентиляции с механическим побуждением, а воздухопроницаемые элементы равномерно распределены по фасаду здания и нейтральная плоскость находится на уровне середины здания, то гравитационная составляющая перепада давлений составляет величину около 3,5–5,0 Па.

При этом в части здания, расположенной ниже нейтральной плоскости, воздух выходит наружу, а в части, расположенной выше нейтральной пло-



скости, поступает внутрь. Количество поступающего воздуха невелико и оказывает незначительное влияние на тепловой режим помещений. В темное время суток разница температуры наружного воздуха и воздуха в помещении практически отсутствует при подаче наружного воздуха с кратностью, превышающей 5 ч⁻¹. Отсутствие разности температуры позволяет исключить из расчета гравитационную составляющую перепада давления, формирующую воздушный режим здания.

Влиянием воздушных масс, перемещающихся между помещениями, расположенными рядом, также можно пренебречь, поскольку разность температуры в соседних помещениях при аналогичном режиме работы и одновременном поступлении наружного воздуха в темное время суток практически отсутствует. Значение перепада давлений, вызванного действием ветра, более значительно и зависит, главным образом, от скорости ветра и направления ветра на здание (навстречный фасад, боковой или заветренный). При скорости ветра 5 м/с на навстречном фасаде ветровая составляющая перепада давления составляет около 20 Па.

При исследовании воздушного режима наиболее обоснованным является описание процессов перемещения воздуха внутри помещения. Анализ процессов, происходящих в помещении при реализации ночного проветривания, позволяет уменьшить количество факторов, усложняющих процесс исследования воздушно-теплового режима. В частности, упростить расчет теплообмена излучением между поверхностями помещения, а также исключить из рассмотрения влияние воздуха, поступающего в помещение из наружной среды и из соседних помещений. Важно учитывать подвижность воздуха в помещении, как фактор, повышающий эффективность ночного проветривания. □

1. Богословский В.Н. Тепловой режим здания. — М.: Стройиздат, 1979.
2. Титов В.П. Здание — это единая технологическая система // Теплоэнергоэффективные технологии. — СПб.: Инф. бюлл., №3/1996.

Инженерные системы для зданий различного назначения

Использование систем, совмещающих в себе функции отопления, вентиляции и кондиционирования, приводит к существенному уменьшению капитальных и эксплуатационных затрат. Основным элементом системы является печь воздушного отопления, к которой присоединяются воздуховоды, подающие теплый воздух в комнаты. Из этих же комнат выходят другие воздуховоды, по которым воздух возвращается в печь и опять нагревается. Встроенный фильтр очищает воздух, подаваемый с улицы для вентиляции, и воздух внутри помещения от пыли и прочих частиц. Система может иметь увлажнитель и испаритель — и мы получаем дополнительно систему кондиционирования. Термостат, который устанавливается в каком-либо помещении, при достижении необходимой температуры отключает газ в печи. Данная система позволяет в одном агрегате, через одну систему воздуховодов решать вопросы отопления, вентиляции и кондиционирования.

Е.Г. САВЕЛЬЕВ, ст. преподаватель; М.С. АКСЕНТЬЕВА, студентка, Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

Каждый человек чувствует комфорт по-разному. Для одного комфортно находится в помещении, где температура воздуха 27°C, другой — при температуре 18°C будет изнывать от жары. Одному приятен запах сигарного дыма, а у другого аромат женских духов вызывает желание покинуть помещение. Сколько людей, столько мнений. Тем не менее, давно определены параметры воздушной среды, которые влияют на состояние человека, его работоспособность и здоровье. Это определенное сочетание температуры, влажности, подвижности и состава воздуха: температура воздуха 23–24°C, влажность 40–60% и подвижность до 0,15 м/с.

Для комфортного состояния важно соблюсти баланс между скоростью воздуха, температурой и влажностью. Если воздух в помещении, где мы находимся, перенасыщен влагой, то человек начинает потеть, дыхание становится тяжелым, влага на поверхности кожи практически не испаряется. Высокая влажность вкупе с высокой температурой воздуха приводит к перегреву и сбою в работе сердечно-сосудистой системы. При больших и быстрых отклонениях температуры от нормы нарушается терморегуляция, обмен веществ, работа сердечно-сосудистой и нервной систем, повышается раздражительность, снижение работоспособности. Отсутствие подвижности

воздуха мы чувствуем через несколько минут, попав в помещение с наглухо закрытой дверью и окнами. Становится душно, трудно дышать.

В настоящее время вместо классических водяных систем все более широкое применение находят системы воздушного отопления, вентиляции и кондиционирования. Использование систем, совмещающих в себе функции отопления, вентиляции и кондиционирования, приводит к существенному уменьшению капитальных и эксплуатационных затрат. Обеспечение температурного режима осуществляется путем подачи в помещение нормативного количества подготовленного воздуха. Основным элементом системы является печь воздушного отопления, к которой присоединяются воздуховоды, подающие теплый воздух в комнаты. Из этих же комнат выходят другие воздуховоды, по которым воздух возвращается в печь и опять нагревается. Встроенный фильтр очищает воздух, подаваемый с улицы для вентиляции, и воздух внутри помещения от пыли и пр. Система может иметь увлажнитель, который поддерживает оптимальную влажность воздуха. В теплый период, если надо охладить воздух — в систему вставляется испаритель, а вне помещения ставится компрессорно-конденсаторный блок, и мы получаем дополнительно систему кондиционирования. Термостат устанавливается в каком-либо помещении и при достижении необходимой температуры отключает газ в печи. Таким образом, данная система позволяет в одном агрегате, через одну систему воздуховодов решать вопросы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха — в отличие от классических водяных систем отопления, в которых вентиляция и кондиционирование осуществляется с помощью дополнительных систем, что существенно увеличивает стоимость проекта.

Основные преимущества воздушного отопления по сравнению с водяным отоплением таковы:

1. КПД составляет 80–95%, тогда как в водяном — около 50%.
2. Стоимость эксплуатации и обслуживания ниже, чем при водяном отоплении на 25–50%, в зависимости от типа воздухонагревателя.
3. Время монтажа дома площадью 200 м² составляет примерно три-пять дней (два-три монтажника), что значительно быстрее по сравнению с монтажом водяного отопления.



4. В одной системе можно совместить функции отопления, вентиляции и кондиционирования; при водяном отоплении для этого потребуются установка дополнительной системы.
5. Воздушное отопление позволяет рециркулировать теплоту.
6. Система воздушного отопления не боится размораживания, т.к. отсутствуют какие либо замерзающие жидкости. Быстрый запуск системы возможен в любое время года.
7. В отличие от водяного отопления отсутствует разводка труб и, соответственно, исключены протечки.
8. Низкая инерционность воздушного отопления позволяет осуществить прогрев помещений в зимнее время за 20–30 мин., при водяном отоплении на это понадобится несколько часов.
9. Суточное потребление газа примерно до 50 % ниже, чем при отоплении водяными системами.
10. Низкое энергопотребление системы.
11. Полная безопасность системы, обеспеченная автоматическими блокирующими устройствами.
12. Исключается необходимость постоянного контроля работы системы.
13. Быстрая окупаемость системы — за два сезона. Системы воздушного отопления, вентиляции и кондиционирования используются для обогрева промышленных и сельскохозяйственных объектов, спортивных сооружений, торговых площадей и жилых домов.

В России воздушное отопление применяется недостаточно широко. Причиной служит, в частности, принятая ранее политика централизации тепловых сетей. Опыт показывает, что такой подход оправдан далеко не всегда. Потери теплоты при транспортировке, невозможность частичного регулирования, инертность, протечки и вечный ремонт — вот неполный перечень недостатков традиционного водяного отопления. Поэтому в последнее время интерес к воздушному отоплению в России только растет. Большое количество заказчиков при реконструкции или строительстве объектов отдает предпочтение именно воздушному отоплению. Локальные установки воздушного отопления лишены многих недостатков традиционных централизованных систем водяного отопления и обладают рядом неоспоримых преимуществ.

Разработан проект «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха индивидуального жилого дома». Рай-

он строительства — г. Новосибирск, пос. Мотище. Расчетная температура наружного воздуха в соответствии со СНиП 2.04.05–91* [1] для холодного периода составляет -39°C , для теплого периода $28,4^{\circ}\text{C}$. В проекте выполнены варианты сравнения систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха на базе воздушного отопления (1-й вариант) и традиционных систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (2-й вариант) индивидуального жилого дома.

Вариант 1

Теплоснабжение здания

Источником теплоснабжения является газовый котел марки GMP-152-52C полной мощностью 36,4 кВт, оборудованный газогорелочным устройством, расход газа — $3,5 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Системы отопления, вентиляции и кондиционирования (воздушное отопление)

Задачей отопления является компенсация теплопотерь в помещениях. Для этого определяется расход теплоносителя (подогретого воздуха) и подбирается воздухонагреватель (газовый обогреватель). Количество теплоты от системы отопления в холодный период принято равным сумме теплопотерь помещений и потерь теплоты за счет инфильтрации воздуха минус суммарные теплопоступления: от солнечной радиации, освещения, оборудования и бытовые. При проектировании использованы требования СНиП 2.08.01–89* «Жилые здания», СНиП 2.04.05–91* «Отопление, вентиляция и кондиционирование» [1, 2].

Принцип отопления и вентиляции на базе воздушного отопления заключается в том, что газовый нагреватель подогревает не наружный воздух, а смесь наружного воздуха (30%) и рециркуляционного воздуха (70%), забираемого из помещений коттеджа. В помещениях коттеджа используется система воздушного отопления, которая в свою очередь обеспечивает вентиляцию и кондиционирование воздуха. Система обеспечивает приток свежего воздуха, т.е. работает как приточно-вытяжная вентиляция. Оборудование системы отопления и приточной вентиляции (П1): газовый нагреватель канального типа серии GMP-152-52C, электростатический фильтр GSAS-18, обеспечивающий трехступенчатую очистку, воздухопроводы из оцинкованной стали и специальные ре-

шетки, через которые воздух поступает в помещения. Воздухораспределителями служат воздухораспределители напольные регулируемые (ВНР) $\varnothing 125 \text{ мм}$. Из помещений воздух по рециркуляционным воздухопроводам поступает в теплообменник воздухонагревателя.

Воздух для отопления и вентиляции подается в помещении нагретым до такой температуры t_r , чтобы в результате его смешения с внутренним воздухом и теплообмена с поверхностью ограждений поддерживалась заданная температура помещения. Необходимо выбрать расчетную температуру воздуха t_r , подаваемого в помещение. Для напольных воздухораспределителей эта температура равна 36°C (в холодный период года).

Исходя из этой температуры и теплового баланса помещений, для каждого отапливаемого помещения определяется расчетное количество греющего воздуха.

Для определения диаметров воздухопроводов и потерь давления в системе произведен аэродинамический расчет системы Ш по программе «Поток». В результате данного расчета потери в системе Ш получились равными 92 Па. Для заборной наружной решетки типа АРН+С (с защитной сеткой) компании «Арктос» $300 \times 500 \text{ мм}$. Подбиралась решетка в зависимости от расхода наружного воздуха и допустимой скорости движения воздуха в ней, которая равна 5 м/с [4].

В проекте также предусмотрена установка воздушно-тепловой завесы с электрическим нагревателем типа Defender XE в тамбуре с расходом $G_3 = 1050 \text{ м}^3/\text{ч}$ (1-я скорость), скоростью воздуха на выходе — 5 м/с , уровнем шума $36,8 \text{ дБ(А)}$, температурой воздуха на выходе — $32,4^{\circ}\text{C}$, тепловой мощностью 15 кВт. Воздух из тамбура с помощью перепускного воздухопровода подается на лоджию через щелевую переточную решетку типа АРС компании «Арктос» размером $500 \times 41 \text{ мм}$, тем самым поддерживая необходимую температуру воздуха на лоджии $t_b = 16^{\circ}\text{C}$.

В проекте также предусмотрена вытяжная система из помещения 103 (сантехнический узел) — система В1; 102 (кухня) — система В2; 203 (ванная) — система В3; рециркуляция воздуха из помещений первого этажа для смешения с наружным воздухом — система В4; 104 (котельная) — система В5; 301 (мансарда) — система В6 через вытяжные шахты. В качестве вытяжных ре-



2-5 ФЕВРАЛЯ 2010

■ **Окна. Стекло. Фасады**

Windows, Glass
& Facades

■ **Строительные материалы
и оборудование**

Building Materials &
Equipment

■ **Деревообработка**

Woodworking

■ **Инструменты и крепеж**

Hardware & Tools

■ **Ворота и автоматика**

Gates & Automation



**СТРОЙСИБ
STROISIB**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ**

ОДОБРЕНО


16-19 ФЕВРАЛЯ 2010

■ **Интерьер. Отделка**

SibInteriors

■ **Инженерное оборудование**

Plumbing & Heat*Vent

■ **Системы автоматизации
зданий**

Building Automation Systems

■ **Натуральный
и искусственный камень**

StonexSiberia

■ **Керамика. Сантехника**

CersanexSiberia

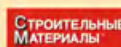
■ **Электрика**

Build Electric



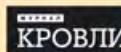
ИНФОРМАЦИОННЫЕ
СПОНСОРЫ





















ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ИНТЕРНЕТ-СПОНСОР



новая версия

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ



ITE СИБИРСКАЯ ЯРМАРКА

Россия, 630049, Новосибирск, Красный пр-т, 220/10

Тел.: (383) 363-00-63, 363-00-36; факс: (383) 220-97-47

www.stroisib.com

устройств в системах В1, В3, В5 использовались универсальные диффузоры (вытяжные) марки ДПУ-М диаметром 100 мм компании «Арктос», в системе В2 — надплитный зонт марки RCH-1502 производитель Rainford, в системе В4 — две вытяжных решетки типа АМН-К 300×300 мм, в системе В6 — универсальный диффузор марки ДПУ-М диаметром 200 мм компании «Арктос». Для вытяжных систем вентиляции были подобраны [5] в зависимости от производительности (с коэффициентом запаса 1,1) и напора (с коэффициентом запаса 1,2) канальные вентиляторы (производитель — фирма Rosenberg) марок:

- системы В1, В3, В4 — RS100L (0,06 кВт, 0,3 А, 2480 мин⁻¹);
- системы В2, В6 — RS125L в комплекте с электродвигателем (0,06 кВт, 0,7 А, 2415 мин⁻¹).

В качестве оборудования для системы кондиционирования воздуха используются внутренний блок с испарителем модели CAPF049C2* (номинальная мощность — 14 кВт) и наружный блок с конденсатором модели СКФ48/5 (мощность — 5,4 кВт, вес — 77 кг). Циркуляция воздуха осуществляется так же, как и при отоплении и вентиляции — по тем же воздуховодам, только воздух не нагревается в газовом подогревателе, а охлаждается в кондиционере.

Вариант 2

Теплоснабжение здания

Источником теплоснабжения является напольный газовый котел модели VE6 фирмы Venezia/Padova с полной мощностью 44 кВт, массой 166 кг, КПД котла 90%, оборудован газогорелочным устройством, расход газа составляет 5,15 м³/ч, теплоноситель — вода с параметрами 90–70°C.

Отопление

Для отопления здания принимается двухтрубная горизонтальная система отопления. В горизонтальных системах отопления сокращается по сравнению с вертикальными протяженность теплопроводов, особенно стояков и магистралей. В качестве отопительных приборов приняты алюминиевые радиаторы IPS/90 Rus.

В системе отопления предусматривается устройство запорной арматуры на подающей трубе, у прибора устанавливается запорный клапан Herz RL-1, на обратной трубе у прибора устанавливается клапан регулировочный Herz RL-5.

Магистрали системы отопления выполнены из стальных водогазопроводных труб и прокладываются в подготовке пола (для первого этажа) и под потолком первого этажа (для второго этажа).

Удаление воздуха из системы отопления осуществляется через воздуховыпускные краны Маевского, встроенные в отопительные приборы.

Для определения диаметров теплопроводов системы отопления производился гидравлический расчет по методу характеристик сопротивления.

Вентиляция

Для проектирования систем вентиляции жилого здания использованы требования СНиП 2.04.05–91* [1], СНиП 2.08.01–89* [2].

В помещениях коттеджа для сравнения с системой воздушного отопления принимается приточная система общеобменной канальной вентиляции с механическим побуждением движения воздуха (прямоточная схема) — система Ш.

Система приточной вентиляции Ш состоит из компактной приточной установки фирмы Rosenberg марки 280PТС (производительность — 900 м³/ч, тепловая мощность — 7,2 кВт, вес — 37 кг [7]), подобранная приточная камера комплектуется беспропускным вентилятором типа «свободновращающееся колесо», оснащенным электродвигателем с внешним ротором, рабочее колесо с оптимизированными по углу наклона лопатками, выполнено из оцинкованной стали марки 1,5 А, кассетным фильтром класса очистки воздуха EU4, в качестве шумопоглощающего материала используются панели из минеральной ваты с устойчивой к истиранию поверхностью, электрическим воздушнонагревателем, нагревательная секция PТС оснащена полупроводниковыми элементами), воздуховодов из оцинкованной стали и специальных решеток, через которые воздух поступает в помещения. В качестве воздухораспределителей используются диффузоры универсальные серии ДПУ-М круглого сечения (диаметром 125 мм), воздух в помещения коттеджа подается сверху.

Для забора наружного воздуха была подобрана наружная решетка типа АРН+С (с защитной сеткой) компании «Арктос» размером 200×250 мм. Подбиралась решетка в зависимости от расхода наружного воздуха и допустимой скорости движения воздуха в ней 5 м/с.

Как и в варианте 1, предусмотрена вытяжная система из помещения 103 (сантехнический узел) — система В1; 102 (кухня) — система В2; 203 (ванная) — система В3; 104 (котельная) — система В4; 301 (мансарда) — система В5 через вытяжные шахты. В качестве вытяжных устройств в системах В1, В3, В4 использовались универсальные диффузоры (вытяжные) марки ДПУ-М диаметром 100 мм компании «Арктос», в системе В2 — надплитный зонт марки RCH-1502 производитель Rainford, в системе В5 — универсальный диффузор марки ДПУ-М диаметром 200 мм компании «Арктос». Для вытяжных систем вентиляции были подобраны в зависимости от производительности (с коэффициентом запаса 1,1) и напора (с коэффициентом запаса 1,2) канальные вентиляторы (производитель — фирма Rosenberg) марок:

- системы В1, В3 — RS100L (0,06 кВт, 0,3 А, 2480 мин⁻¹);
- системы В2, В5 — RS125L в комплекте с электродвигателем (0,06 кВт, 0,7 А, 2415 мин⁻¹).

Кондиционирование

В данном проекте принята мультизональная система кондиционирования воздуха. Источником холода является наружный блок, в качестве которого применяется блок фирмы Daikin модели RMXS160EV (холодопроизводительность — 20 кВт, максимальное количество подключаемых внутренних блоков — 13, вес — 185 кг, хладагент — R410А, расход воздуха — 171 м³/мин, уровень звукового давления — 57 дБ). Подбор наружного блока осуществлялся по суммарным теплоступлениям (теплота, поступающая от солнечной радиации; бытовые тепловыделения; теплота, вносимая с приточным воздухом во все помещения коттеджа).

Внутренние блоки обеспечивают кондиционирование воздуха в помещениях (охлаждение, автоматическое поддержание заданной температуры, осушку, перемешивание воздуха, очистку от пыли). В качестве внутренних блоков используются настенные внутренние блоки фирмы Daikin модели FTKS20D (холодопроизводительность — 2,2 кВт, потребляемая мощность — 16 кВт, хладагент — R410А, вес — 11 кг).

Таким образом, внутренние и наружные блоки, соединенные трубопроводом, образуют единую систему кондиционирования воздуха.

■ Экономические показатели по проекту

табл. 1

Показатели	Вариант	
	1	2
Сметная стоимость, тыс. руб.	307,453	374,694
Строительные работы, тыс. руб.	187,503	227,463
Монтажные работы, тыс. руб.	0,327	1,944
Прочие работы, тыс. руб.	72,723	88,130
Средства на оплату труда, тыс. руб.	41,663	51,552
Сметная трудоемкость, человек-час	2824,29	3435,18
Эксплуатационные затраты, руб/год	61 022	80 710
Затраты на электроэнергию, руб/год	4440	8410
Затраты на амортизацию, руб/год	36 894	44 963
Затраты на текущий ремонт, руб/год	5530	9132
Затраты на управление, руб/год	14 158	18 205
Приведенные затраты, руб/год	420 344	524 000

Экономика

Для выбора системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха сравнивалось два варианта систем. Был выбран первый вариант, т.к. по итогам расчета приведенные затраты получились меньше и эта система обладает рядом преимуществ.

Автоматизация

В данном разделе разработана функциональная схема автоматизации системы воздушного отопления, электрическая схема автоматизации системы воздушного отопления и электрическая схема автоматизации газового котла GMP-152-52C. Схема управления приточной установкой разработана на основе управляющего блока на базе контроллера MN 440, и предусматривает:

- контроль температуры наружного и приточного воздуха (контроль и регулирование) по датчику температуры наружного воздуха DOT 000 и датчику температуры приточного воздуха DDT 001, соответственно;
- контроль засорения фильтра по датчику перепада давления на фильтре DPS-500;
- контроль температуры уходящих газов с помощью милливольтметра для измерения температуры уходящих газов типа Ш4540/1;
- контроль и регулирование температуры внутреннего воздуха по датчику температуры внутреннего воздуха ASWC;
- контроль работоспособности вентилятора с помощью реле перепада давления DPS-1000;
- контроль температуры фреона (жидкостной линии) по датчику температуры DTC 105-50M.B3.80/02;

- контроль перепада давления в дымоходе котла с помощью реле давления Press SV;
- контроль расхода газа с помощью дифманометра типа ДСС-711Ин-М1;
- управление воздушными заслонками;
- управление регулирующим клапаном на газе;
- управление работой вентилятора.

Описание алгоритма работы приточной системы. Возможны следующие режимы работы:

1. **Выключено** — «лето» (закрыты клапаны, вентилятор выключен, контроллер производит только измерение температур).
2. **Выключено** — «зима» (вентилятор выключен, заслонки закрыты).
3. **Включено** — «лето» (заслонка наружного воздуха открыта, заслонка рециркуляции закрыта, вентилятор включен, контроль работы вентилятора производится по датчику перепада давления; клапан нагревателя закрыт; в этом режиме вентиляторы включаются только по истечении времени, отведенного на открытие заслонок, заданном в параметре « $t_{откр.заслонки}$ »; при падении температуры приточного воздуха ниже заданной в параметре « $t_{притока.min}$ » — только для режима «лето» — система выключается по аварии « $t_{притока.min}$ »).
4. **Включено** — «зима» (заслонка наружного воздуха открыта, заслонка рециркуляции открыта, вентилятор включен на максимальную скорость, контроль работы вентилятора производится по датчику перепада давления; производится регулирование температуры воздуха в притоке, в помещении; регулирование осуществляет регули-

рующий клапан нагревателя; расчетная температура в притоке задается в параметре «установка $t_{притока}$ », температура внутреннего воздуха в параметре « $t_{вв}$ »; регулирование температуры приточного воздуха осуществляется путем изменения количества теплоносителя (газа) при помощи двухходового регулирующего клапана — в этом случае контроль и регулирование осуществляется по показаниям датчика температуры в приточном канале).

В случае, если нагреватель при 100 % производительности не справляется с нагревом наружного воздуха, увеличивается доля рециркуляционного воздуха за счет регулируемой воздушной заслонкой рециркуляции, плавно уменьшается скорость вращения вентиляторов до минимально заданной в параметре «*min. скор.вент*». Производится защита нагревателя от замерзания по датчику защиты от замерзания. В этом режиме при включении система переходит в режим прогрева воздушных заслонок на время, заданное в параметре « $t_{прогрева.КВУ}$ », по истечении времени, отведенного на прогрев, заслонки открываются воздушные заслонки. Вентилятор включается только по истечении времени, отведенного на открытие заслонки, заданного в параметре « $t_{откр.заслонки}$ ». Защита нагревателя от замораживания обеспечивается применением на воздухозаборных клапанах приводов с механическим возвратом, обеспечивающих закрытие клапана при внезапном обесточивании системы электропитания.

Если температура продолжает падать и достигает предельной величины ($\approx 20^{\circ}\text{C}$), происходит отключение вентилятора, закрывается заслонка наружного воздуха и подается сигнал аварии. ■

1. СНиП 2.04.05-91*. Отопление, вентиляция и кондиционирование / Госстрой России. — М.: ГУП ЦПП, 2003.
2. СНиП 2.08.01-85*. Жилые здания: взамен СНиП 2.08.01-85. — М.: Госстрой России, 1989.
3. СНиП 23-01-99*. Строительная климатология / Взамен СНиП 2.01.01-82: введен в действие 2000.01.01. — М.: Госстрой России, 2000.
4. Каталог. Воздухораспределители компании «Арктос». Указания по расчету и практическому применению. Изд. 4-е. — М.: «Арктос», 2006.
5. Каталог. Вентиляторы компании Rosenberg. — М.: Rosenberg, 2008.
6. Каталог. Воздушное отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. — М.: Goodman, 2009.
7. Каталог. Приточные установки и центральные кондиционеры. — М.: Rosenberg, 2008.
8. Экономика систем теплогазоснабжения и вентиляции. Методические указания / Бочаркина О.В., Лаврентьева В.М., Бояркина Л.П. — Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), 2007.

К вопросу о соотношении скрытой и явной теплоты

Цель этой статьи — обратить внимание на важность учета скрытой холодильной нагрузки при разработке и проектировании систем вентиляции и кондиционирования воздуха в зданиях. Изначально системы кондиционирования подбирались по величине явной холодопроизводительности (охлаждение воздуха). Пренебрежение скрытой нагрузкой (осушение воздуха) приводило к снижению эффективности работы системы и к появлению проблем с обеспечением требуемого качества воздуха в помещениях.

Е.П. ВИШНЕВСКИЙ, к.т.н., технический директор; Г.В. ЧЕПУРИН, к.т.н., инженер; М.Ю. САЛИН, ведущий инженер, Отдел исследований и развития, United Elements Engineering (г. Санкт-Петербург)

Сейчас каждый специалист HVAC (Heating, Ventilating and Air Conditioning — отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха) хорошо знает, насколько актуальной является задача поддержания определенного уровня влажности воздуха в помещениях. Тем не менее, в России по-прежнему зачастую забывают учитывать скрытую холодильную нагрузку, которая часто в несколько раз превосходит явную нагрузку. Разумеется, в статье не проводится агитация за выполнение правильных и полных расчетов — эти «азбучные истины» можно найти в любом ВУзовском учебнике по системам кондиционирования воздуха. В статье на базе последних работ зарубежных исследователей рассмотрены новые методы учета скрытой теплоты с использованием современных климатических данных в виде т.н. «типичного справочного» года (TRY, TMY, WYEC, IWEC, DRY и т.п.). Причем, что особенно важно, холодильная нагрузка и по скрытой, и по явной теплоте может быть количественно определена еще на стадии проектирования.

За рубежом основным нормативным документом, регламентирующим параметры вентиляции и обработки воздуха для обеспечения его качества, является ASHRAE Standart 62.1–2007: Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality («Вентиляция для обеспечения приемлемого качества воздуха в помещении») [1], поправки в который регулярно вносились в течение последних двух десятков лет. После опубликования стандарта в 1989 г. в течение 1990-х гг. эти нормы были приняты тремя основными строительными кодексами [2, 3, 4], после чего они, пересмотренные и дополненные, были приняты во многих странах.

По сравнению со стандартом 1981 г. [5], в ASHRAE Standart 62 увеличены нормы подачи свежего воздуха в помещения, что явилось ответом на выявление синдрома «больных зданий» в 1980-х гг. Однако, увеличение подачи наружного воздуха может привести к значительному повышению влажности воздуха в зданиях, особенно в незасушливых регионах. Повышенная влажность воздуха в помещениях оказывает вредное влияние как на здания, так и на находящихся в них людей, чему в последнее время посвящено много исследовательских работ и публикаций [6, 7], в т.ч. и в России [8, 9, 10]. Поэтому в документ ASHRAE Standart 62 была включена рекомендация о поддержании относительной влажности в помещениях от 30 до 60%.

В 1997 г. проблемы, вызванные повышенной влажностью, и вопросы учета



скрытой теплоты были признаны в справочнике ASHRAE «Базовые сведения» [11], а в последнее время этому стало уделяться больше внимания в отечественных нормативных документах [12].

Для определения холодильной нагрузки HVAC-систем в настоящее время используются несколько параметров. Прежде всего, следует выделить параметры *CDD* и *SEER*.

CDD (расшифровывается как Cooling Degree-Day — градусо-день охлаждения) — разность температур между средним значением за 24-часовой период снаружи и заданным уровнем внутри здания (75 °F или 25 °C) для тех дней, когда разность положительная (средняя температура снаружи выше заданной температуры внутри). А также сумма этих разностей за некоторый период времени (месяц, сезон, год).

SEER (сокращенно Seasonal Energy Efficiency Ratio — мера сезонной энергоэффективности) — общее количество холода, вырабатываемое кондиционером в течение года в условиях нормальной эксплуатации (БТЕ), деленное на общую подводимую электроэнергию в течение того же периода (Вт·ч).

Эти наглядные инженерные параметры позволяют упростить расчеты по подбору оборудования, и совместно с другими факторами используются для оценки энергетических потребностей периода охлаждения. Они не могут заменить подробных расчетов, но дают возможность с приемлемой точностью выполнять быстрые энергетические оценки.

Однако *CDD* и *SEER* не позволяют выделить и учесть потребности в явной и/или скрытой холодопроизводительности. Одним из основных показателей, характеризующих величину явной и скрытой теплоты, является отношение явной теплоты к общей теплоте *SHR* (Sensible Heat Ratio).

Этот показатель определяет долю общей производительности по явной или скрытой (1 – *SHR*) теплоте [13] и является первым ориентиром для предварительной подготовки воздуха.

Но, несмотря на наглядность, *SHR*, как мы увидим ниже, не дают возможность на стадии проектирования легко определить общую нагрузку систем HVAC за продолжительный период времени (обычно за год), даже если нет сомнений в объективных значениях *SHR*. Необходим более эффективный метод определения холодильной нагрузки.

В [14] приводится несложный инженерный подход для определения явной и скрытой холодильной нагрузки и быстрого сопоставления нагрузки в разных географических точках. Для этого предлагается использовать параметр *VLI* (Ventilation Load Index), который можно перевести как «индекс тепловой нагрузки при вентиляции». Параметр позволяет рассчитывать и проектировать системы HVAC с эффективной подачей именно того количества воздуха, который в соответствии с нормативными документами считается целесообразным для поддержания комфорта в зданиях.

VLI представляет полную годовую тепловую нагрузку, необходимую для обработки воздушного потока в количестве 1 scfm (кубический фут в минуту в стандартных условиях) при подаче воздуха с улицы в помещение в течение одного года. Стандартные условия соответствуют температуре 70°F при нормальном атмосферном давлении 14,696 psi (фунт силы/дюйм²). При этих условиях воздух имеет массовую плотность 0,075 lb/ft³ (фунт массы/фут³). Тепловая нагрузка в данном случае измеряется в холодильных тонно-часах (ton-hrs), поэтому *VLI* имеет размерность ton-hrs/(scfm-year).

К сожалению, в этой и других рассмотренных работах используется исключительно британская система единиц (фунт массы, фут, БТЕ и др.). В [14] упоминается о том, что параметр *VLI*, рассчитанный в метрических единицах кВт·ч/(л/с·год), имеет такой же порядок, как и в ton-hrs/(scfm-year). Однако связь между ними там не приводится. Для России и европейских стран более привычной является метрическая система единиц, и для приточного и вытяжного потоков воздуха единицей расхода в подавляющем большинстве случаев является м³/ч, а не л/с (1 л/с = 3,6 м³/ч).

В метрической системе, по аналогии, параметр *VLI* будет представлять годовую тепловую нагрузку (кВт·ч), необходимую для обработки приточного воздуха в количестве 1 м³/ч в стандартных условиях, которые соответствуют температуре 20°C при нормальном атмосферном давлении 101,325 кПа. В этих условиях плотность воздуха составляет 1,205 кг/м³. Тогда соотношение между метрическими и британскими единицами *VLI* будет следующим:

$$\begin{aligned} & 1 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^3/\text{ч}\cdot\text{год}) = \\ & = 0,4835 \text{ ton}\cdot\text{hrs}/(\text{scfm}\cdot\text{year}) = \\ & = 3,6 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/(\text{л}/\text{с}\cdot\text{год}). \end{aligned}$$

Параметр *VLI* состоит из двух слагаемых: первое соответствует скрытой (осушающей) нагрузке, а второе — явной (охлаждающей).

Форма записи параметра будет такой: «*VLI* 6,7 + 1,1» или «*VLI* 6,7 vs 1,1».

Чтобы рассчитать параметр *VLI* для данной местности, надо сравнить значения температуры t_i и влажности (влажностенности d_i) наружного воздуха с требуемыми для кондиционируемого помещения температурой t_0 и влажностью (влажностенностью d_0). При этом необходимо решить, какие именно значения температуры и влажности следует использовать в качестве исходных данных (t_0 и d_0).

Разумеется, для разных приложений исходные параметры внутри здания могут различаться. Отечественные нормативные документы [15] предписывают для теплого периода года оптимальные нормы температуры 22–25°C, а относительной влажности внутри помещений — 60–30%.

После выбора исходных данных (t_0 и d_0) для каждого часа года определяются разности температур и влажностенности между значениями параметров снаружи и внутри помещений, и выполняется расчет удельных значений скрытой и явной теплоты за i -й час года для 1 кг воздуха [кДж/(кг·ч)]:

$$q_{\text{latent},i} = \frac{r_w(d_i - d_0)}{1000}, \quad (1)$$

$$q_{\text{sensible},i} = c_p(t_i - t_0), \quad (2)$$

где r_w — удельная теплота парообразования воды, при стандартных условиях $r_w = 2454$ кДж/кг; d_i и d_0 — влажностенность наружного воздуха для i -го часа и заданное влажностенность внутри помещения, г/кг; 1/1000 кг/г — коэффициент для перевода граммов в килограммы; c_p — удельная теплоемкость воздуха при постоянном давлении, при стандартных условиях $c_p = 1,006$ кДж/(кг·°C); t_i и t_0 — температура наружного воздуха для i -го часа и заданная температура внутри помещения, °C. Для тех часов, когда $d_i < d_0$, скрытая теплота не учитывается, т.е. принимается $q_{\text{latent},i} = 0$, а когда $t_i < t_0$ принимается $q_{\text{sensible},i} = 0$.

Таким образом, *VLI* не учитывает т.н. режимов free cooling (естественного охлаждения) и free dehumidification (естественного осушения).

Затем рассчитываются слагаемые *VLI* — годовые значения скрытой и явной теплоты на 1 м³/ч при стандартных условиях [кВт·ч/(м³/ч·год)]:

$$VLI_{\text{latent}} = \sum_{i=1}^{8760} \frac{\rho_a}{3600} q_{\text{latent},i} = \quad (3)$$

$$= \sum_{i=1}^{8760} \frac{\rho_a r_w (d_i - d_0)}{1000 \times 3600} = \frac{\rho_a r_w}{3,6 \times 10^6} \sum_{i=1}^{8760} (d_i - d_0),$$

$$VLI_{\text{sensible}} = \sum_{i=1}^{8760} \frac{\rho_a}{3600} q_{\text{sensible},i} = \quad (4)$$

$$= \sum_{i=1}^{8760} \frac{\rho_a c_p (t_i - t_0)}{3600} = \frac{\rho_a c_p}{3600} \sum_{i=1}^{8760} (t_i - t_0),$$

где ρ_a — плотность воздуха, которую при стандартных условиях принимают равной $\rho_a = 1,205$ кг/м³; 1/3600 кВт·ч/кДж — коэффициент для перевода киллоджоулей в киловатт-часы; 8760 — количество астрономических часов в календарном году. Таким образом, *VLI* не характеризует тип здания и прочее, а зависит только от климатических параметров местности (географической точки) и поддерживаемых (задаваемых) параметров воздуха в помещении.

Далее можно определить среднее значение *SHR* по приточному воздуху:

$$SHR = \frac{VLI_{\text{sensible}}}{VLI_{\text{latent}} + VLI_{\text{sensible}}}. \quad (5)$$

Формула показывает, что по величине *SHR* невозможно определить ни *VLI*, ни годовую холодильную нагрузку по приточному воздуху. Зная *VLI*, можно легко определить и *SHR*, и годовую холодильную нагрузку (см. пример далее).

Если выбор исходных параметров t_0 и d_0 внутри здания зависит от назначения здания и требуемых параметров микроклимата, то в качестве исходных данных параметров t_i и d_i снаружи следует выбирать массив почасовых климатических данных — «справочный» год, объективно отражающий метеорологическую обстановку конкретной местности. В разных странах были составлены и обработаны различные типы таких массивов [16]: TRY, TMY, WYEC, IWEC, DRY и т.п. Большинство из них составлены на основании методики, которая приведена в стандарте ISO 15927-4 [17], и отличаются значениями весовых коэффициентов и набором климатических параметров для выбора «типичных» месяцев «справочного» года. Правильный выбор того или иного «справочного» года (в зависимости от преследуемых целей) позволяет получать более точные результаты. В Интернете можно найти различные типы «справочного» года для многих стран и точек, но, к сожалению, страны бСССР в их число не входят. В данной статье использованы данные IWEC (с сайта EnergyPlus).

В массиве IWEC — International Weather Year for Energy Calculations (Международный климатический год для энергетических расчетов) [18] — собраны почасовые записи многолетних климатических наблюдений, из реальных «типичных» месяцев, объединенных в год. «Типичные» месяцы содержат фактические, одновременно наблюдаемые параметры и представляют объективный ход их изменения. От других аналогичных «справочных» годов IWEC отличается весовыми коэффициентами, используемыми для выбора «типичных» месяцев. Акцент сделан на общее солнечное излучение и температуру воздуха по сухому термометру (табл. 1). Использование почасовых данных реальных «типичных» месяцев повышает достоверность полученных результатов по сравнению использованием 24-х (в течение суток) средних значений разных климатических параметров, одно-временные значения которых никогда не могут иметь «типичные» значения в каждом из 8760 часов года. Для расчета параметров *VLI* и *SHR* были выбраны массивы IWEC для нескольких городов России и ближайшего зарубежья. Наборы IWEC для них были составлены из месяцев разных лет (табл. 2).

В качестве исходных данных — комфортных параметров среды для человека — выбраны температура $t_0 = 24^\circ\text{C}$ и относительная влажность $\varphi = 50\%$, что соответствует влагосодержанию $d_0 = 9,3$ г/кг. Эти параметры находятся в диапазоне, предписанном в [15], и равны по величине приведенным в [14] температуре $t_0 = 75^\circ\text{F}$ и влагосодержанию $d_0 = 65$ gr/lb (для возможности сравнения полученных результатов). В расчетах иногда имели место случаи, когда явная теплота отсутствовала (например, при $t_i = 23^\circ\text{C} < t_0$), а скрытая имела место (если в этот же час, например, $d_i = 15$ г/кг $> d_0$), и наоборот. Параметр *VLI* был определен по формулам (3–4), а *SHR* — по (5), см. табл. 3.

Полученные результаты подтвердили выводы работы [14], что в подавляющем большинстве мест скрытые значения *VLI* превосходят явные в три раза и более (т.е. *SHR* $< 0,25$). Поэтому вывод здесь однозначен: ошибки в учете скрытой теплоты могут привести к серьезным проблемам даже в регионах, которые отличаются засушливым климатом. Как ожидалось, суммарные значения *VLI* в южных районах оказались больше, чем в северных. Например, суммар-

ный *VLI* в Санкт-Петербурге составляет 0,79 кВт·ч/(м³·ч·год), а в Одессе почти в пять раз больше — 3,54 кВт·ч/(м³·ч·год). Однако соотношение между скрытой и явной теплотой может отличаться для разных мест не столь характерно. Например, при значительном различии параметров *VLI* в Семипалатинске и Ташкенте их среднегодовые значения *SHR* примерно одинаковы.

В качестве примера рассмотрим использование параметра *VLI* для оценки холодильной нагрузки системы HVAC для типичной гостиницы, например, в Одессе. В качестве источника норм воздухообмена воспользуемся [19]. Для помещений гостиницы это составит:

- гостиничный номер: 60 м³/(ч·комн.);
- конференц-зал: 30 м³/(ч·чел.);
- ресторан: 40 м³/(ч·чел.).

Для гостиницы из 200 номеров, двух-трех конференц-залов общей вместимостью 300 человек и двух-трех ресторанов с общим количеством посадочных мест около 200 по упрощенному расчету требуется:

- номера гостиниц: 200·60 = 12 000 м³/ч;
- конференц-залы: 300·30 = 9 000 м³/ч;
- рестораны: 200·40 = 8 000 м³/ч.
- всего: 29 000 м³/ч.

Тогда для рассматриваемой гостиницы годовая потребность в полной холодильной нагрузке будет составлять $29\,000 \times 3,54 \approx 103\,000$ кВт·ч/год, из них 16% — явная нагрузка и 84% — скрытая. В дальнейшем, задаваясь предполагаемыми или расчетными значениями холодильного коэффициента (*COP*) для той или иной системы HVAC и используя тарифы на энергоносители, можно выполнить экономико-математический анализ финансовых затрат и составить технико-экономическое обоснование (ТЭО) проекта.

Ожидается, что величина *VLI* будет зависеть от степени необходимости регулирования влажности и количества подаваемого приточного воздуха в каждом конкретном случае. В таких зданиях, где приточный воздух составляет значительную часть от его полного количества, правильный учет скрытой холодильной нагрузки особенно важен, а регулирование влажности приносит экономический эффект. При комфортном кондиционировании это относится к таким зданиям как школы, театры, рестораны, больницы и т.п., а при технологическом кондиционировании — лаборатории, типографии, помещения электронной сборки и др. В таких случаях

для регулирования температуры и влажности воздуха необходим независимый контроль каждого параметра.

По данным [20] в помещениях с рециркуляционными системами HVAC (количество наружного приточного воздуха 0%) холодильное оборудование подбирается с *SHR* от 0,75 до 0,90. При увеличении доли наружного воздуха и поступающей с ним влаги в приточных системах, соответственно, возрастает скрытая холодильная нагрузка, а *SHR* уменьшается. Анализ эксплуатации помещений с подачей приточного воздуха проиллюстрировал уменьшение значений *SHR* ниже 0,50 (при 100% приточного воздуха, особенно в незасушливых районах).

В настоящее время для регулирования влажности и удаления скрытой теплоты используется разнообразное оборудование, обычно следующее:

1. Конденсационный теплообменник [20] — классический теплообменник непосредственного испарения (испаритель) холодильного контура. В таком теплообменнике избыточная влага конденсируется на его поверхности и отводится в дренаж. Холодильная мощность такой установки должна быть увеличена на величину скрытой теплоты, а сама установка должна иметь подогреватель осушенного воздуха в случае его чрезмерного охлаждения (экономически наиболее выгодным является утилизация теплоты конденсации хладагента).

2. Конденсационный роторный теплообменник [21] изготавливается из теплоемкого материала (металла) с гладкой поверхностью. Перенос влаги осуществляется при ее конденсации из теплого воздуха на стенках каналов и при ее последующем испарении в поток холодного воздуха. Конденсация может происходить только при наличии избыточного влагосодержания в воздушном потоке, т.е. когда температура теплообменной поверхности ниже температуры точки росы воздуха. Эффективность переноса влаги возрастает с увеличением разности температур приточного и вытяжного воздуха. А поскольку для летнего периода в большей части России разность температур невелика, перенос влаги также незначителен.

3. Гигроскопический роторный теплообменник [21] имеет поверхность с тонкой капиллярной структурой, которая образуется, например, в результате обработки металла травлением. Влага пе-

■ Климатические параметры и их весовые коэффициенты, использованные для IWEC табл. 1

Параметр	Весовой коэффициент w
Максимальная температура по сухому термометру	0,05
Средняя температура по сухому термометру	0,30
Минимальная температура точки росы	0,025
Максимальная скорость ветра	0,05
Общее солнечное излучение	0,40
Минимальная температура по сухому термометру	0,05
Максимальная температура точки росы	0,025
Средняя температура точки росы	0,05
Средняя скорость ветра	0,05

■ Месяцы, выбранные в качестве «типичных» для IWEC табл. 2

Города	Месяцы											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Санкт-Петербург	1997	1987	1985	1991	1992	1983	1982	1989	1991	1990	1990	1998
Москва	1986	1998	1997	1994	1989	1996	1989	1990	1991	1998	1989	1998
Минск	1999	1983	1991	1991	1982	1983	1982	1986	1995	1982	1983	1994
Каунас	1999	1999	1994	1991	1992	1990	1983	1984	1997	1982	1984	1985
Киев	1986	1987	1994	1985	1998	1987	1996	1999	1995	1993	1987	1990
Одесса	1995	1994	1986	1984	1989	1983	1983	1994	1998	1990	1984	1983
Семипалатинск	1999	1990	1986	1993	1998	1984	1994	1982	1996	1989	1996	1987
Ташкент	1994	1991	1991	1993	1990	1996	1998	1994	1988	1986	1999	1997

■ Значения параметров VLI и SHR табл. 3

Города	VLI_{latent} , кВт·ч/(м³·ч·год)	$VLI_{sensible}$, кВт·ч/(м³·ч·год)	SHR
Санкт-Петербург	0,74	0,06	0,07
Москва	1,46	0,16	0,10
Минск	1,13	0,07	0,06
Каунас	1,27	0,09	0,07
Киев	1,93	0,24	0,11
Одесса	2,98	0,57	0,16
Семипалатинск	0,88	0,83	0,49
Ташкент	3,32	3,67	0,53

реносится за счет процессов сорбции-десорбции и конденсации-испарения, поэтому перенос влаги несколько выше, чем в конденсационном роторе (п. 2), но сами по себе сорбционные процессы имеют гораздо меньшую интенсивность, чем «конденсация-испарение».

4. Сорбционный роторный теплообменник [21] имеет насадку из сорбента (силикагеля), который наносится на жесткую подложку (конструктивную основу). Сорбент обладает влагопоглощающими свойствами и при невысокой температуре способен удерживать до 15% воды (от массы силикагеля). Материал для подложки выбирается с минимальной теплоемкостью, что необходимо для уменьшения теплоинерционных свойств теплообменника. Поэтому перенос влаги осуществляется за счет процессов сорбции-десорбции без фазовых переходов. При снижении разно-

сти температур эффективность переноса влаги уменьшается в значительно меньшей степени, чем в конденсационном (п. 2) или гигроскопическом (п. 3) роторе, поэтому эффективность сорбционного ротора выше.

Изучение изменений погоды и полученных климатических данных показывает, что, как правило, скрытая теплота превышает явную в три раза и более, нередко достигая соотношений 8:1. Это предопределяет исключительную важность правильного учета скрытой теплоты. Использование простых инженерных параметров SHR и VLI позволяет на начальном этапе оценить актуальность учета скрытой теплоты для той или иной системы HVAC. В настоящее время на мировом рынке предлагаются различные типы оборудования для осушения приточного воздуха. В зависимо-

сти от приложения и назначения HVAC системы первоначальные и эксплуатационные расходы этих типов оборудования могут сильно отличаться. Всесторонний технико-экономический анализ позволяет выбрать наиболее приемлемое для заказчика решение. □

- ANSI/ASHRAE Standart 62.1-2007: Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- BOCA 1996. International Mechanical Code, International Code Council, Building Officials and Code Administrators International, International Conference of Building Officials, Southern Building Code Congress International.
- SBC 1994. Standart Mechanical Code, Southern Building Code Congress International.
- ICBO 1994. Uniform Building Code, International Conference of Building Officials.
- ASHRAE Standart 62-1981: Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- Morey P.R., Jones W.G., Clere J.L., and Sorenson W.G. 1986. Studies on sources of airborne microorganisms and on indoor air quality in a large office building. In *Managing Indoor Air for Health and Energy Conservation*, Proceedings of the ASHRAE Conference IAQ 1986. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers.
- Sterling E.M., Arundel A., Sterling T.D. Criteria for human exposure to humidity in occupied buildings. ASHRAE Transactions. 1985, Vol. 91, Part 1B.
- Беляков Н.А. и др. Вклад микробиоты в процессы старения больничных зданий и ее потенциальная опасность для здоровья больных // Проблемы медицинской микологии, Т. 7, №4/2005.
- Вишневский Е.П., Салин М.Ю. Осушение воздуха как метод защиты зданий от разрушения // Журнал «С.О.К.», №9/2008.
- Сумина М. Зараженный город // Санкт-Петербургские ведомости, 11.05.2005 г.
- ASHRAE 1997. Handbook of Fundamentals. American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- РВСН 20-01-2006 (ТСН 20-303-2006 Санкт-Петербург). Защита строительных конструкций, зданий и сооружений от агрессивных химических и биологических воздействий окружающей среды.
- Козар Д., Короткевич М.М. Способы повышения производительности систем осушения воздуха // Мир климата, № 39/2006.
- Haniman L.G., Plager D., Kosar D.R. Dehumidification and cooling loads from ventilation air. ASHRAE Journal. 1997, Vol. 39, No 11.
- ГОСТ 30494-96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
- Вишневский Е.П., Чепурин Г.В., Салин М.Ю. Расчет теплофизических характеристик атмосферного воздуха // Журнал «С.О.К.», № 11/2009.
- ISO 15927-4:2005. Hygrothermal performance of buildings — Calculation and presentation of climatic data — Part 4: Hourly data for assessing the annual energy use for heating and cooling, 2005.
- Thevenard D.J. and Brunger A.P. The Development of Typical Weather Years for International Locations: Part I, Algorithms, and Part II: Production, ASHRAE Transactions, 2002, Vol. 108, No 2.
- Стандарт АВОВ-1-2004. Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена. Отраслевой стандарт. — М.: АВОВ-Пресс, 2004.
- Kosar D.R., Witte M.J., Shirey D.B., Hedrick R.L. Dehumidification issues of Standard 62-1989. ASHRAE Journal. 1998, Vol. 40, No 3.
- Вишневский Е.П. Рекуперация тепловой энергии в системах вентиляции и кондиционирования воздуха // Журнал «С.О.К.», №11/2004.

Ветровая составляющая внутреннего избыточного давления воздуха

Как известно, при обтекании здания потоком ветра, а также при различии температуры наружного и внутреннего воздуха в здании устанавливается некоторое внутреннее избыточное давление, в общем случае не совпадающее с давлением воздуха на наружных поверхностях объекта.

О.Д. САМАРИН, к.т.н., доцент МГСУ

Знание этого избыточного давления необходимо, в первую очередь, при расчете дополнительных потерь теплоты на нагревание инфильтрующегося наружного воздуха в холодный период года с целью определения установочной мощности системы отопления и суммарных энергозатрат здания за отопительный период, а также для решения других задач, связанных с воздушным режимом здания. В частности, речь здесь может идти о том, чтобы найти требуемое сопротивление воздухопроницаемости заполнений светопроемов и получить необходимые данные для аэродинамического расчета вентиляционных систем, как естественных, так и меха-

нических. Обычно считается, что давление складывается из гравитационной $p_{0г}$ и ветровой $p_{0в}$ составляющих [1, 2]. Последняя в первом приближении может быть вычислена как $0,5p_{вн}$ [2], где

$$p_{вн} = p_v(C_n - C_z) —$$

это избыточное ветровое давление на наветренной стороне здания по отношению к заветренной, Па. Величина $p_v = 0,5K_{дин}\rho v_n^2$ [Па]

называется динамическим давлением ветрового потока [3]. Здесь ρ — плотность наружного воздуха, кг/м³; v_n — его скорость на высоте 10 м над уровнем земли, м/с [4]; $K_{дин}$ — т.н. коэффициент динамичности [5], учитывающий влияние типа местности и характера за-

стройки на скорость ветра и ее изменение по высоте здания. Параметры C_n и C_z представляют собой безразмерные аэродинамические коэффициенты наветренного и заветренного фасада [5], численно равные отношению избыточного ветрового давления у плоскости этих фасадов к величине p_v . Аналогичным образом избыточное ветровое давление на боковой стороне можно определить через аэродинамический коэффициент бокового фасада C_b как $p_{вб} = p_v(C_b - C_z)$.

Более точное выражение для $p_{0в}$ по предложению проф. В.П. Титова [6] можно представить в виде:

$$p_{0в} = \frac{p_{вн}F_{он} + p_{вб}F_{об}}{F_{он} + F_{об} + F_{оз}}, \quad (1)$$

где $F_{он}$, $F_{об}$ и $F_{оз}$ — площадь остекления, соответственно, наветренного, боковых и заветренного фасадов здания при выбранном направлении ветра, м².

Иначе говоря, ветровая составляющая внутреннего избыточного давления в здании в этом случае принимается как средневзвешенное из ветровых давлений на каждый фасад с учетом их остекленности.

Однако и такое приближение не всегда адекватно отражает поведение $p_{0в}$, особенно при резком различии в площади остекления фасадов. Поэтому, строго говоря, каждый раз необходимо непосредственное решение системы уравнений воздушного баланса для помещений здания и воздухопроницаемости наружных ограждений [2]. Практически в силу нелинейности данных уравнений и их большого количества это можно сделать только численными методами с применением ЭВМ.

Тем не менее, при одинаковом сопротивлении воздухопроницаемости всех заполнений светопроемов для зданий простой формы, близкой к прямоугольному параллелепипеду (в этом случае значения аэродинамических коэффициентов составляют $C_n = +0,8$, $C_b = -0,4$ и $C_z = -0,6$ [5]), можно все же получить и достаточно простое аналитическое решение. Для этого следует принять в качестве начального приближения значение $p_{0в} = 0,5p_{вн}$, а затем осуществить одну итера-



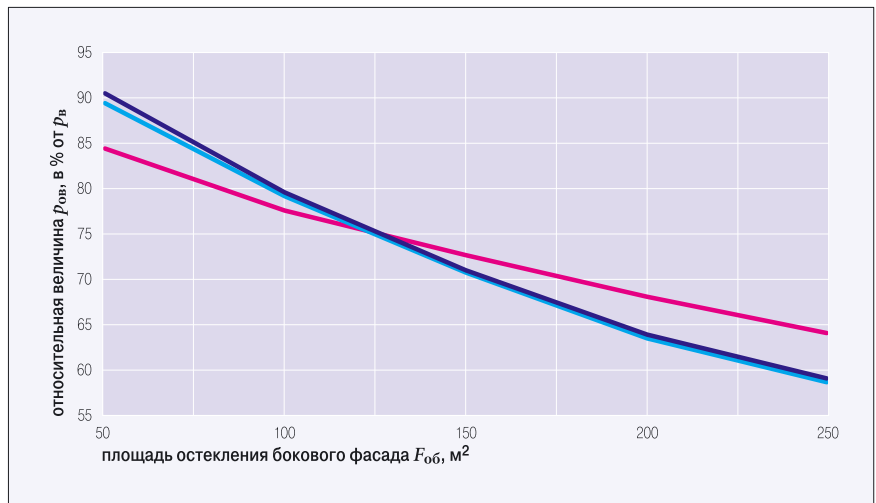
www.worldwallpaperfree.com

цию метода Ньютона [7] на основе линеаризации уравнений воздухопроницаемости в малой окрестности точной величины $p_{0в}$. Результирующее выражение может быть записано в виде формулы:

$$p_{0в} = p_{вн} \frac{1,2F_{он} - 0,2F_{оз} - AF_{об}}{F_{он} + F_{об} + F_{оз}}, \quad (2)$$

где параметр A принимается равным нулю при выполнении условия $F_{об} > F_{он} + F_{оз}$, т.е. в случае, когда ветер направлен на узкий (торцевой) или вообще на менее остекленный фасад здания, и 0,06, когда $F_{об} < F_{он} + F_{оз}$, или при направлении ветра на широкий (наиболее остекленный) фасад. Если учесть, что $p_{вб}$ и $p_{вз}$ могут быть выражены через $p_{вн}$, по структуре выражение (2) в целом аналогично соотношению (1), но имеет другие весовые коэффициенты при площадях остекления, более обоснованные с точки зрения реального направления потоков воздуха. Следует, однако, отметить, что при аналитическом решении всегда получается $A = 0,06$, а равенство $A = 0$ при $F_{об} > F_{он} + F_{оз}$ возникает в результате сопоставления с данными численного расчета.

На рис. 1 приведены графики, показывающие зависимость относительной величины $p_{0в}$ в процентах от $p_{в}$ по данным численного расчета с использованием программы для ЭВМ, составленной автором на языке Fortran версии



■ Рис. 1. Зависимость относит. величины $p_{0в}$ (в % от $p_{в}$) от $F_{об}$, m^2 (при $F_{он} = 250 m^2$ и $F_{оз} = 125 m^2$)

6.6 фирмы Compaq, а также по формулам (1–2) для различных вариантов площади остекления фасадов. При вычислениях было принято, что $F_{он} = 250 m^2$, $F_{оз} = 125 m^2$, а величина $F_{об}$ менялась в пределах от 50 до 250 m^2 . Для сравнения заметим, что «нулевое» приближение $p_{0в} = 0,5p_{вн}$ при использованных значениях аэродинамических коэффициентов соответствует 70% от $p_{в}$.

Нетрудно заметить, что выражение (2) в рассматриваемых обстоятельствах дает результаты, практически совпадающие с численным решением. В то же время соотношение (1) дает довольно значительную погрешность, особенно при резко различающейся остекленности фасадов, т.е. собственно как раз в той области, для которой оно первоначально и предназначалось. При этом в слу-

чае примерно одинаковых значений $F_{он}$, $F_{об}$ и $F_{оз}$ все три способа дают величину $p_{0в}$ близкую к $0,5p_{вн}$, что в определенной степени свидетельствует о правдоподобности получаемых данных и одновременно об условии справедливости такого простейшего приближения к $p_{0в}$. Можно убедиться, что и для других комбинаций площади остекления результаты оказываются аналогичными.

Итак, мы получили достаточно несложную формулу для оценки ветровой составляющей внутреннего избыточного давления в зданиях прямоугольной формы, но в то же время значительно более точную, чем существующие [2, 6].

Предлагаемая зависимость имеет инженерный вид и пригодна для использования в практике проектирования инженерных систем подавляющего большинства объектов, в первую очередь при расчете дополнительных теплопотерь на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха в холодный период года, а также для других аналогичных целей, возникающих в процессе расчета воздушного режима здания. □



www.worldwallpaper.com

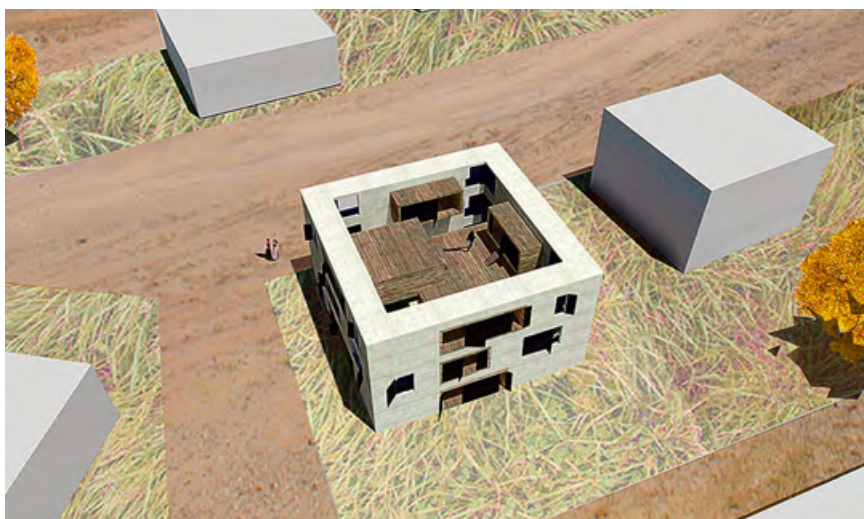
1. Сканын А.Н., Махов Л.М. Отопление. — М.: АСВ, 2002.
2. Малявина Е.Г. Теплопотери здания. — М.: АВОК-Пресс, 2007.
3. Альтшуль А.Д., Животовский Л.С., Иванов Л.П. Гидравлика и аэродинамика. — М.: Стройиздат, 1987.
4. СНиП 23-01-99* «Строительная климатология». — М.: ГУП ЦПП, 2004.
5. СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия». — М.: ГУП ЦПП, 1993.
6. Титов В.П., Рымаров А.Г., Самарин О.Д. Методические указания по курсовой работе «Расчет мощности системы отопления и воздухообмена в помещениях здания». Изд. 2-е, перераб. и доп. — М.: МГСУ, 1999.
7. Амосов А.А., Дубинский Ю.А., Копченова Н.В. Вычислительные методы для инженеров. — М.: Высшая школа, 1994.

Энергосбережение при проектировании систем микроклимата зданий

Проблемы энергосбережения в современных условиях приобретают все большую актуальность. Мировое сообщество обеспокоено надвигающимся энергетическим кризисом и предпринимает огромные усилия по изысканию новых технологических и технических решений, направленных на сокращение потребления энергии, а также планирует использование возобновляемых источников энергоснабжения. Например, уже в период 1994–1998 гг. Комиссией по энергетике ЕЭС осуществлялась программа Thermie, предусматривающая поддержку международных проектов в области энергосбережения.

Е.П. ВИШНЕВСКИЙ, к.т.н.

Программа энергосбережения, объявленная на 1997 г., охватывала широкий круг вопросов, касающихся строительства, промышленности, сельского хозяйства, транспорта и других сфер деятельности. Предусмотрено было первоочередное финансирование инновационных проектов с участием не менее двух стран, в т.ч. восточно-европейских, включая Россию, Украину, Белоруссию и др. бывших республик СССР. В целях обмена информацией 27–29 мая 1997 г. в Амстердаме (Голландия) была проведена Всемирная ярмарка по энергетическому обеспечению жизнедеятельности человека. Наряду с активными инженерными изысканиями в области энер-



госбережения осуществлялись также интенсивные научные исследования. Наиболее крупным из намеченных научных мероприятий была 7-я Международная конференция и выставка по энергетике Energex'98, намеченная к проведению 19–21 ноября 1998 г. в Манаме (Бахрейн). Отечественная практика внедрения рыночных механизмов в систему вновь формируемых хозяйственных отношений, исходя из реально складывающихся экономических условий, диктовала необходимость коренного изменения ранее существовавших подходов к проблемам учета и расходования энергии, что становилось насущной проблемой любо-

го из потребителей, определяя выживаемость и конкурентоспособность как на переходном периоде, так и в дальнейшей перспективе.

Принятый в октябре 1995 г. Закон «Об энергосбережении» определял правовые, экономические и организационные основы государственной политики в области энергосбережения. Во исполнение указанного Закона департаментами строительства ряда местных администраций были разработаны соответствующие программы энергосбережения.

Наиболее характерные мероприятия, предусматриваемые программами подобного рода, включали: **энергетический аудит; внедрение энергетических паспортов; создание демонстрационных зон высокой энергетической эффективности**, что должно способст-



www.worldwallpaperfree.com

www.worldwallpaperfree.com

вовать распространению современных энерго и ресурсосберегающих технологий, а также отработке механизмов инвестиционной политики при реализации проектов, основанных на принципах международной интеграции; **использование экономических стимулов внедрения энергосберегающих технологий.**

Так, в 1993–1994 гг. в городах Москва, Санкт-Петербург, а также ряде других городов России были разработаны и приняты собственные городские и региональные «Концепции развития энергетики», которые в дальнейшем послужили основой соответствующих «Энергетических программ до 2010 года» и «Программ энергоресурсосбережения». Согласно распоряжению мэра Москвы с 1 января 1997 г. на всех строящихся и реконструируемых объектах обязательной являлась установка приборов учета энергоресурсов, что должно было способствовать усилению контроля за их расходованием. В качестве характерной особенности разворачиваемой деятельности в области энергосбережения следовало бы отметить высокую степень динамизма предусматриваемых при этом средств и методов реализации разрабатываемых программ. Согласно Закону «Об энергосбережении» показатели энергоэффективности и энергосбережения должны были устанавливаться на срок не более пяти лет. Вместе с тем, наиболее действенным мотивом экономии энергетических ресурсов являлось существенное повышение их стоимости, что заставляло не только внедрять на стадии проектирования наиболее эффективные с экономической точки зрения конструкторские разработки, но и в ряде случаев ставить вопрос о реконструкции действующих предприятий.

Тариф на тепловую энергию, отпускаемую МГП «Мостеллоэнерго» для предприятий промышленности, строительства, бирж, гостиниц и акционерных обществ составлял 126 000 руб/Гкал. Тариф на электрическую энергию, отпускаемую АО «Мосэнерго» для промышленных и приравненных к ним потребителям с присоеди-



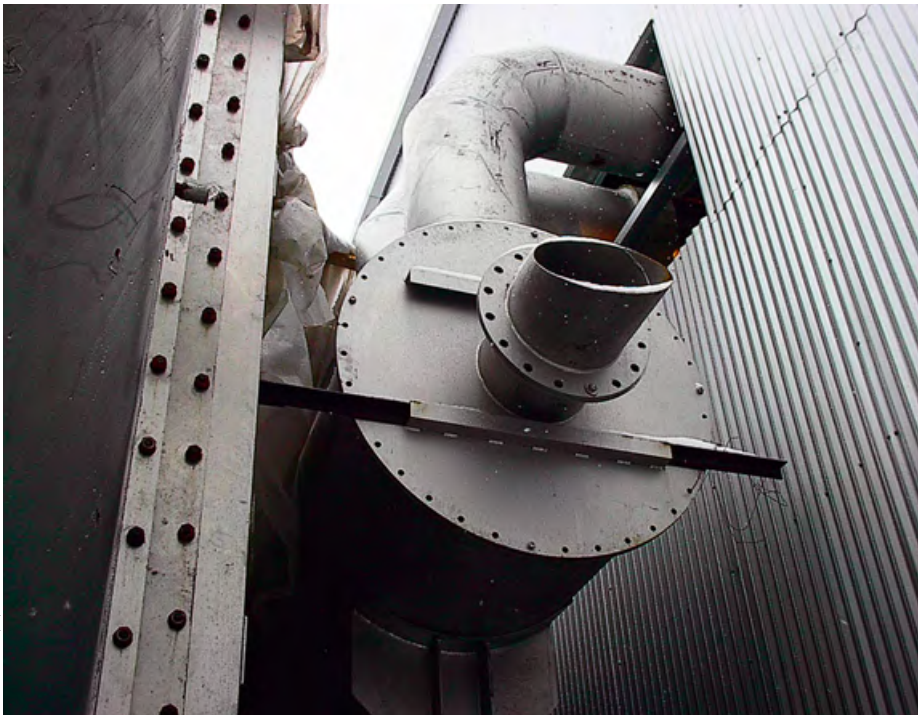
нной мощностью 750 кВт и выше, складывался из двух компонент — плата за мощность в месяц 29 799 руб/кВт и плата за энергию 0,28 руб/(кВт·ч). Для сравнения — тарифы на тепловую энергию, отпускаемую ГП «ТЭК Санкт-Петербург», составляют для промышленных и приравненных к ним потребителям 100 000 руб/Гкал и 55 270 руб/Гкал для теплично-парниковых хозяйств и сельскохозяйственных потребителей. Тарифы на электрическую энергию, отпускаемую АО «Ленэнерго» по упомянутым ранее позициям составляли 37 147 руб/кВт и 0,24 руб/(кВт·ч), соответственно. Для других регионов указанные значения могли существенно образом отличаться, однако общая картина опережающего роста цен на энергию по отношению к уровню имевшей место высокой инфляции сохранялись повсеместно.

В соответствии с действующими укрупненными сметными нормами (УСН) на строительство 15–20% капитальных и около 15% эксплуатационных затрат приходились на долю систем вентиляции и кондиционирования воздуха. В ряде отраслей производства, как, например, в химической промышленности, эти цифры могли достигать 30% и более. В целом, по России системами вентиляции и кондиционирования воздуха ежегодно потреблялось свыше 20 млрд кВт·ч электроэнергии и более 40 млн т.у.т. (тонн условного топлива).

Потребление энергии в общем случае существенным образом зависит от климатических особенностей районов расположения вентилируемых объектов. Так, по данным AIVC (Air Infiltration and Ventilation Centre, Coventry, UK) в США годовое потребление энергии на единицу весового расхода приточного воздуха составляло в Лос-Анджелесе (штат Калифорния) 22,1 (МДж·ч)/кг и в Омахе (штат Небраска) 102,5 (МДж·ч)/кг. В Европе аналогичные значения составляют от 45,6 (МДж·ч)/кг до 101,1 (МДж·ч)/кг. Отечественные справочные данные подобного рода отсутствуют. Однако, следует предположить, что с учетом географического разнообразия территорий России удельные расходы энергии, связанные с работой систем вентиляции, составляют значения, соизмеримые с приведенными выше.

В России, как и во всей Европе, основная доля энергии расходуется на подогрев приточного воздуха — в то время как в США, наряду с подогревом, существенное количество энергии расходуется на охлаждение воздуха при работе систем кондиционирования. В некоторых случаях, определяемых климатическими особенностями региона либо спецификой объектов, значительная энергия расходуется на осушение воздуха.

Например, в Майами на эти цели расходовалось до 86% энергии, потребляемой системами вентиляции. Последнее являлось весьма характерным,



трудозатратами на техническое обслуживание и ремонт. Рассмотрим более подробно структуру указанных выше экономических показателей на примере энергосбережения путем рекуперации тепла в системах общеобменной вентиляции. В этом случае общая прибыль определяется суммой следующих основных слагаемых:

$$E = E_{\text{рек}} + E_{\text{ЭК.расх}} + E_{\text{ЭК.гос}}$$

где $E_{\text{рек}}$ — годовая стоимость рекуперированного тепла; $E_{\text{ЭК.расх}}$ — экономия за счет сокращения расходов на производство и распределение дополнительного тепла; $E_{\text{ЭК.гос}}$ — экономия за счет государственных льгот, амортизационных отчислений и т.п.

Годовая стоимость рекуперированного тепла $E_{\text{рек}}$ рассчитывается, исходя из годовой рекуперации тепла и усредненной стоимости тепловой энергии:

$$E_{\text{рек}} = Q_{\text{рек}} P_{\text{рек}}$$

где $Q_{\text{рек}}$ — годовая рекуперация тепла; $P_{\text{рек}}$ — усредненная стоимость тепловой энергии.

Стоимость тепловой энергии в свою очередь рассчитывается, исходя из стоимости топлива $P_{\text{В}}$ — коэффициента, характеризующего потери тепла в процессе его производства и распределения, а также теплотворной способности топлива H_U .

Годовая рекуперация тепла при неизменных производственных условиях рассчитывается обычным образом по формуле:

$$Q_{\text{рек}} = V^2 S^2 c^2 (t_{11} - t_{21}) h \Phi^2,$$

где V — расход приточного воздуха, м³/ч; S — плотность воздуха на притоке, кг/м³; c — удельная теплоемкость воздуха на притоке, приблизительно 2,79 (кВт·ч)/(кг·К); t_{11} — температура на вытяжке; t_{21} — температура на притоке до рекуператора; h — число часов работы в течение года; Φ — эффективность рекуперации тепла по отношению к притоку.

Температура воздуха на притоке до рекуператора определяется, исходя из климатологических данных $t_{21} = t_{\text{М}}$. В зависимости от сменности работы вводятся поправки по следующей схеме $t_{21} = t_{\text{М}} + t_{\text{с}}$, где схема сменности работы была 1,0/0,5/0 (односменная/двухсменная/трехсменная).

позволяя рассматривать проблемы осушения воздуха, наряду с вентиляцией и кондиционированием в качестве одного из основных способов обработки воздуха, определяемых триадой параметров, характеризующих микроклимат и, соответственно, степень комфорта, а именно: подвижность воздуха, его температура и влажность. В среднем, на производственных площадях ежегодно потреблялось ориентировочно 10 тыс. (кВт·ч)/м² (8,5 Гкал/м² в год).

Широко были известны традиционные методы энергосбережения, связанные с уменьшением тепловых потерь через ограждающие конструкции зданий и сооружений, а также снижением инфильтрации и эксфильтрации путем герметизации оконных проемов, дверей, чердачных и межэтажных перекрытий. Вместе с тем, давно существовали и инженерно-технические решения специализированного характера, обеспечивающие средствами рациональной организации и конструктивного оформления систем вентиляции и кондиционирования воздуха существенное снижение энергопотребления.

К числу таких решений относятся:

- частичная либо полная рециркуляция воздуха;
- рекуперация тепла в теплообменниках пластинчатого типа;
- использование тепловых насосов;
- регенерация скрытой теплоты испарения конденсацией избыточной влаги.

По имеющимся на данный момент оценкам, за счет использования подобного рода мероприятий годовые значения энергопотребления могут быть снижены в среднем до 2 тыс. (кВт·ч)/м² (или 1,7 Гкал/м² в год). С теплофизической и инженерной точек зрения указанные выше способы энергосбережения и их техническая реализация являются не тривиальными и требуют профессионального подхода, предполагая в каждом конкретном случае достаточно глубокий анализ особенностей имеющего место механизмов и процессов, способствующих повышению эффективности работы систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Следует отметить, что целесообразность принятия решения относительно использования того или иного способа энергосбережения определяется, прежде всего, экономическими соображениями.

Капиталовложения являются рентабельными, когда общая прибыль превышает **инвестиционные вложения**: $E > K$. При этом существенным является соотношение капитальных и эксплуатационных затрат. Первые из них на стадии проектирования определяют стоимость применяемого оборудования, а также объемами строительно-монтажных и пусконаладочных работ. Вторые связаны с режимами эксплуатации, необходимыми расходными материалами, энергопотреблением, а также

Экономия за счет сокращения расходов на производство и распределение дополнительного тепла — $E_{\text{эк.расх.}}$. Как следствие рекуперации, имело место сокращение производственных расходов, связанных с производством и распределением уменьшенного количества потребляемого тепла. Отсюда образовалась определенная экономия, которая, тем не менее, как правило, не учитывалась.

Экономия за счет государственных льгот, амортизационных отчислений и т.п. — $E_{\text{эк.гос.}}$. Во многих странах существовала и существует система стимуляции деятельности, направленной на сокращение потребляемых энергетических ресурсов. При этом вводятся специальные государственные льготы, получаемые при внедрении энергосберегающих технологий. В результате образуется дополнительная экономия, учитываемая в составе общей прибыли. С 1997 г. в России также вместо ранее существовавшей системы штрафов вводились льготы, основы которых предусмотрены Законом «Об энергосбережении».

Инвестиционные вложения K всегда определяются суммой следующих основных слагаемых:

$$K = K_{\text{кап}} + K_{\text{эл}} + K_{\text{экс}} + K_{\text{тех}},$$

где $K_{\text{кап}}$ — капитальные затраты; $K_{\text{эл}}$ — стоимость дополнительно потребляемой электроэнергии; $K_{\text{экс}}$ — эксплуатационные расходы; $K_{\text{тех}}$ — расходы на техническое обслуживание и ремонт.

Капитальные затраты $K_{\text{кап}}$ обычно определяются, прежде всего, в зависимости от используемого метода расчета рентабельности. При этом различают статические и динамические методы. В случае рекуперации, однако, капитальные затраты рассчитываются однозначным образом. Они складываются из затрат на вновь устанавливаемые теплообменники, дополнительные агрегаты и блоки, а также включают стоимость монтажа. При этом из общей суммы вычитается остаточная стоимость высвобождаемого оборудования, что может быть связано с сокращением количества производимого и распределяемого тепла. Кро-



ме того, в расчете капитальных затрат следует учитывать дополнительные инвестиции, получаемые в соответствии с различного рода правительственными программами энергосбережения.

Стоимость дополнительно потребляемой электроэнергии $K_{\text{эл}}$. Установка рекуператоров приводит к увеличению потери давления в вентиляционной сети. В результате требуется увеличение напора, развиваемого вентиляционным агрегатом и, соответственно, электроэнергии, потребляемой электродвигателем. При использовании рекуперации тепла в производственных условиях стоимость дополнительно потребляемой электроэнергии $K_{\text{эл}}$ может достигать 10% от годовой стоимости рекуперированного тепла $E_{\text{рек}}$.

Эксплуатационные расходы $K_{\text{экс}}$ зависят от конкретных особенностей используемых систем рекуперации тепла. Существуют определенные нормы расходов подобного рода (в большинстве случаев они составляют 2% от капитальных затрат в расчете на год).

Расходы на техническое обслуживание и ремонт $K_{\text{тех}}$ также зависят от используемого рекуперационного оборудования. При отсутствии статистических данных на основе опыта эксплуатации указанные расходы должны оцениваться ориентировочно. Как правило, они составляют от 2 до 5% от капитальных затрат в расчете на год.

Рассмотренные выше экономические показатели и соответствующие им математические соотношения положены в основу директивного документа Союза немецких инженеров VDI 2071 (ч. 2) «Экономический расчет рекуперации тепла в установках кондиционирования воздуха».

Указанный документ de facto является общепризнанным европейским стандартом, используемым большинством производителей кондиционеров и вентиляционного оборудования в целях унификации методов оценки экономической эффективности и сравнительного анализа альтернативных технических решений. Документ представляет собой основу возможного технико-экономического анализа, осуществляемого для отечественных и зарубежных проектов, тем более, что рядом фирм-поставщиков оборудования методика VDI 2071 реализована в составе лицензионного программного обеспечения, используемого при теплотехнических расчетах и подборе необходимых типоразмеров комплектующих изделий и элементов систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Необходимо отметить, что представленные выше материалы рассмотрены в качестве своеобразного введения в проблемы энергосбережения при проектировании и эксплуатации систем вентиляции и кондиционирования воздуха. ■



Фото компании-производителя.

БУДУЩЕЕ – СЕЙЧАС!

Существует известное выражение: «Если ты не занимаешься политикой, она займется тобой». То же самое можно сказать и об экологии — за последние десятилетия эта наука из академической дисциплины, изучающей взаимодействие биоценозов, превратилась в значимое в планетарном масштабе общественное движение. И вызвано это явление общей проблемой, угрожающей не только человечеству, но и Земле в целом. Речь идет о проблеме изменения климата, и ее негативные тенденции очевидны. Каким образом воздействует человек на природу, реально ли уменьшить наносимый ей урон, и что необходимо для этого сделать? Есть много способов, чтобы уже сейчас добиться положительных сдвигов, например — путем сокращения выбросов CO₂, метана, использования энергоэффективных технологий в повседневной жизни и на производстве.

Circulus vitiosus*

Последние два века, с начала индустриальной революции, происходит стремительное увеличение концентрации CO₂, метана и других газов в атмосфере — это уже не вызывает сомнений. Как не вызывает и принципиальных противоречий антропогенная причина этого явления и ее следствие — повышение температуры у земной поверхности.

Эффект, создаваемый эмиссией «парниковых» газов (углекислый газ, метан, оксиды серы и азота и др.), развивается

по принципу цепной реакции. Выбросы, создавая непроницаемую для отраженной солнечной радиации оболочку в атмосфере, способствуют разогреву поверхности и вод мирового океана. Вызванное этим таяние ледников на полюсах провоцирует дополнительный выброс в атмосферу большого количества метана, который сконцентрирован в этих районах. Уменьшение полярных шапок снижает их отражающую способность, в результате солнечное излучение еще сильнее нагревает воду. Порочный круг

замыкается... Результатом этого теплового конвейера становится перераспределение осадков: в ряде регионов они экспоненциально усиливаются, а в других — столь же резко уменьшаются, приводя к засухам.

Разница во мнениях ученых касается лишь оценки перспектив. В докладах МГЭИК (международной группы экспертов по изменению климата) зафиксировано, что рост температуры приземного воздуха на всей планете будет продолжаться еще десятки и сотни лет. Например, потребуется примерно 30 лет, чтобы лишь треть выброшенного CO₂ было выведено из атмосферы в результате естественных процессов; еще 30 % может быть удалено за несколько столетий и, наконец, 20 % останутся в ней на тысячи лет.

Нобелевский лауреат Раджендра Пачаури (председатель МГЭИК) предполагает, что проблему можно удержать под контролем, если приступить к фундаментальным реформам не позднее 2012 г. А представитель NASA Джеймс Хэнсен считает, что для обеспечения такого контроля уже к 2030 г. необходимо полностью прекратить выбросы парниковых газов.

Когда ведущие страны мира осознали серьезность ситуации,

* «Порочный круг», круг в логических доказательствах («циркулюс вициозус», лат.) — логическая ошибка, намеренная или случайная, состоящая в том, что в определение или доказательство скрытым образом вводится само определяемое понятие или доказываемое положение. Наиболее известным историческим примером «циркулюс вициозус» является стих древнегреческого жреца и философа Эпименида (родился примерно в VII веке до н.э. на острове Крит) о жителях Крита. Стих Эпименида, написанный классическим гекзаметром, утверждает, что «Лживость отличие критян...», при этом сам Эпименид является критянином, следовательно, его утверждение о лживости критян также лживо.

решено было объединить усилия по снижению выбросов парниковых газов. Так появилась Рамочная конвенция ООН об изменении климата, логическим следствием которой стал Киотский протокол (1997 г.). Документ предусматривал, что в период с 2008 по 2012 гг. общемировой объем эмиссии должен быть сокращен на 5,2% по сравнению с уровнем 1990 г. К 2005 г. соглашение было ратифицировано необходимым большинством стран, и процесс снижения выбросов начался. Но каким образом достигается сокращение эмиссии и возможно ли добиться значимого результата с сохранением уровня жизни развитых стран с одной стороны и устойчивым развитием государств «третьего мира» с другой? Для этого необходимо пояснить, какие источники выбросов парниковых газов наиболее опасны для климата Земли.

Закон сохранения энергии

По Рамочной конвенции, таких источников несколько. Первое место в рейтинге опасности занимает производство энергии, как электрической, так и тепловой. Наибольший вклад — 70% выбросов мировой энергетики — дает угольная отрасль. Потенциально, именно она наиболее перспективна в качестве объекта приложения сил для снижения выбросов. По данным Всемирного фонда дикой природы (WWF), свыше 60% угольных станций в мире имеют срок службы более 20 лет, их средний КПД не превышает 29%, а объем годовых выбросов CO₂ составляет не менее 3,9 млрд т. Если заменить эти устаревшие объекты на электростанции с КПД, равным 45%, объем выбросов CO₂ снизится на 36%, т.е. на 1,4 млрд т/год (или примерно на 60% всех нынешних выбросов парниковых газов в России). Надо заметить, что уже разработано достаточное количество методов модернизации таких объектов, с перспективой повышения КПД на 15–30% (в зависимости от исходных характеристик).

Однако стоит учитывать, что сжигание углеводородов — путь тупиковый, ведь, по разным оценкам, мировые запасы иссякнут



фото компании-производителя

уже в среднесрочной (50–100 лет) перспективе. Именно поэтому столь активно за последние годы начала развиваться альтернативная энергетика (например, в будущем десятилетия в Европе будет выделено 22 млрд евро на исследование и развитие солнечных и ветровых ресурсов). Она способна не только решить проблемы энергообеспечения, но и позволит существенно снизить общую эмиссию парниковых газов.

Кроме того, такой подход может оказаться полезным и для наиболее бедных и страдающих от климатических изменений стран: например, субсахарной Африки, где остро ощущается нехватка воды, и нет достаточных энергоисточников для ее добычи. Ведь ситуация с засухой и отсутствием альтернативных способов получения энергии создает глобальную угрозу и для всего мира. В 2006 г. Всемирный банк опубликовал список государств-«неудачников», где может найти поддержку глобальный терроризм. Число «уязвимых» стран возросло с 17 до 26 за время, прошедшее от опубликования предыдущего отчета в 2003 г. Среди 14 новых регионов больше половины — страны Африки, в наибольшей мере пострадавшие из-за климатических изменений...

Очевидно, что именно в этих районах применение альтернативных источников энергии может стать дополнительной гарантией стабильности. Особенно с учетом того, что компактные и недорогие готовые решения уже существуют и работают. Например, компания Grundfos, мировой лидер в производстве насосов, выпускает систему SQFlex

Solar WaterPack. Это полностью готовая к установке станция, для функционирования которой достаточно нескольких солнечных панелей.

Подобная станция Grundfos SQFlex Wind разработана и для ветровых энергоисточников, а также для комбинированных систем Grundfos SQFlex Combi, включающих в себя как солнечные батареи, так и ветряки. Как заметил председатель правления концерна Grundfos Нильс Ду Йенсен: «Моя мечта — чтобы мы, с помощью новых технологий, смогли производить продукцию с простыми решениями для самого бедного населения, которая будет ему по карману. Мы должны участвовать в создании лучших условий жизни для миллионов людей».

Такого рода решения способны стать основой альтернативного энергоснабжения и в России. Подсчитано, что при модульном (на крышах) размещении комбинированных солнечно-ветровых систем только в южных и юго-восточных регионах страны можно получить свыше 1 млн кВт электрической энергии. Это даст возможность электрифицировать до полумиллиона сельских домов и многократно сократить выбросы CO₂.

Промышленная эволюция

Следующей в рейтинге опасных для климата источников выбросов стоит промышленность. Это обширная категория, в которую входят не только энерго- и ресурсозатратные отрасли, вроде металлургии и нефтехимии, но и легкая, деревообрабатывающая и даже пищевая промышленности.

Однако самую большую долю в эмиссии парниковых газов в России и других активно развивающихся странах (Китай, Индия, Южная Корея и др.) вносят производство цемента, химическая и нефтехимическая промышленность, а также черная металлургия. Эти быстрорастущие отрасли дают свыше 50% выбросов. Так, в процессе производства цемента от 20 до 40% всех издержек составляют энергозатраты. Суммарный выброс CO₂ в отрасли превышает 2 млрд т CO₂, или около 7% от всех выбросов CO₂ мировой экономики (или 4,3% от всех антропогенных выбросов парниковых газов с учетом сведения лесов и потерь почвенного углерода). К сожалению, даже с учетом падения спроса на стройматериалы в условиях кризиса, кардинально сократить эту цифру не удастся — технология производства такова, что усовершенствовать ее достаточно трудно. Значительные выбросы парниковых газов обеспечивают энергоемкие отрасли промышленности — химическая и нефтехимическая. Здесь резервы сокращения эмиссии лежат в совершенствовании технологических процессов и повышении энергоэффективности производства, в основном благодаря современному оборудованию с высоким КПД. «Только за счет установки современных насосов с частотной регулировкой», — комментирует Владислав Кукушкин, региональный представитель компании Grundfos в Казани, — *можно добиться значительно снижения энергопотребления. Например, после установки в технологической линии производства изопренового каучука на «Нижнекамскнефтехиме» насосов «Grundfos» серии CR энергопотребление снизилось от 30 до 50 процентов на разных участках*. За счет уменьшения энергоемкости сократить выбросы CO₂ в химии и нефтехимии можно минимум на 30%.

Среди наиболее «эмиссионных» секторов промышленного производства выделяется и черная металлургия, лидирующая в энергопотреблении. Возможности, например, России по снижению выбросов CO₂ в черной металлургии оцениваются примерно в 30 млн т диоксида углерода в год, или около 1,5% всех выбросов парниковых газов в нашей стране. Более половины этого объема связано с утилизацией доменного газа, включая и дополнительную выработку из него энергии. Модернизация доменного производства и повышение

эффективности управления доменным процессом может дать снижение эмиссии порядка 6 млн т CO₂. Такой же эффект прогнозируется и при переходе с мартеновского производства на кислородно-конверторные печи.

Автомобиль — не роскошь...

На сегодняшний день автотранспорт дает около 70% вредных газовых выбросов от общего их количества. В общем же, в России, например, на долю машин приходится около 42% выбросов загрязняющих веществ и свыше 10% — углекислого газа. При этом автомобили поглощают до 75% всего производимого моторного топлива, а оставшаяся часть почти поровну делится между авиацией и водным транспортом.

Безусловно, полностью отказаться от автотранспорта в наши дни нереально — слишком много сегментов экономики зависят от него. Однако сократить выбросы от машин возможно, например, Евросоюзу последние годы развивает программу ALTER («Альтернативное движение в городах»). Главная ее задача — разработать жесткие городские нормы содержания CO в выхлопных газах и побудить тем самым владельцев авто к выбору экономичных и экологических средств передвижения. Сейчас в ALTER участвуют такие мегаполисы, как Афины, Барселона, Лиссабон, Стокгольм и др. В США, начиная с 2004 г., введена программа для автопроизводителей, в результате действия которой содержание вредных веществ в выхлопных газах должно быть снижено на 95%. И уже по всему миру не первый год проходят дни отказа от автомобиля, когда пальма первенства на улицах мегаполисов переходит к общественному транспорту, создающему меньший суммарный выброс углекислого газа.

Сегодня самым перспективным направлением является развитие альтернативных видов топлива, таких как сжиженный нефтяной газ, природный газ, этанол, метанол и метан. Они обладают большей энергией вспышки, чем обычное топливо, и меньше загрязняют воздух (если говорить о природном газе, то выход CO₂ при его использовании в три-четыре раза меньше, чем у бензина). Кроме того, последняя тройка веществ производится из возобновляемых ресурсов — дров, органических отходов, растений, что помогает уменьшить расход ископаемых углеводородов на топливо.

Например, в Бразилии недавно создана промышленная система, использующая 20%-ю смесь этанола с нефтяным бензином, которая не требует реконструкции двигателей на обычных машинах. Произшло это благодаря правительственной программе, главной целью которой является на 40% обеспечить страну собственным топливом.

Квартирный вопрос

Среди виновников глобального потепления не только промышленные гиганты и автомобили. Ответственность лежит и на большинстве горожан, которые пользуются благами цивилизации — отоплением, светом, канализацией. По данным Всемирного фонда дикой природы (WWF), до 40% всей производимой только в ЕС энергии уходит на нужды городской инфраструктуры. В России эта доля намного больше — причина кроется в том, что большинство зданий не отвечает требованиям энергоэффективности. А ведь с помощью применения современных мер теплозащиты и модернизации коммунального хозяйства выбросы CO₂ в атмосферу могут быть сокращены не менее чем на 20%!

Экономия на снижении выработки энергии и тепла в пять раз больше, чем собственно сокращение его конечного потребления. Это значит, что, с учетом затрат на добычу, доставку и подготовку топлива (в частности угля), а также доставку и потери при транспортировке, каждый киловатт, сэкономленный на уровне одной квартиры, сэкономит еще пять киловатт в энергетике. То есть, идя по пути модернизации коммунального хозяйства, возможно высвободить для других нужд огромное количество столь дефицитной сегодня в России энергии.

«В мире есть царь...»

«...этот царь беспощаден, голод название ему...». Проблемы, связанные с сохранением энергии, жителям той же Эритреи могут показаться отвлеченными, в сравнении с многолетним недостатком еды и пресной воды. Казалось бы, решение этого вопроса проще простого: увеличим посевные площа-

ди, построим фермы и накормим голодающих — это по силам «золотому миллиарду», неслучайно так много программ помощи предлагается сегодня различными фондами. Но не все так просто.

Согласно докладу Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) за 2006 г., живущие на планете около 1,5 млрд коров прямо или косвенно ответственны за выделение 18% всех парниковых газов в мире. Это превышает показатели всех видов транспорта вместе взятых. Коровьи газы и навоз ответственны более чем за треть попадающего в атмосферу другого парникового газа — метана, который нагревает Землю в двадцать раз быстрее, чем диоксид углерода. В общей сложности, поголовье производит более 100 вредных газов. Наконец, в процессе ухода за скотом образуются вредные отходы, которые оказывают негативное воздействие на окружающую среду. Например, из-за их попадания в моря и океаны серьезный ущерб наносится коралловым рифам.

Также ФАО сообщает, что на долю нынешнего производства мяса приходится 14–22% ежегодной эмиссии, рассчитанной по CO_2 -эквиваленту. То есть при изготовлении стандартного 225-граммового гамбургера в атмосферу поступает столько же углекислого газа, как при поездке на джипе на расстояние около 16 км. По прогнозу ФАО, в дальнейшем положение может ухудшиться: поскольку спрос на мясо в мире растет, в следующие десятилетия люди станут разводить больше коров. В результате ущерб экологии, наносимый стадами этих животных, может увеличиться в два раза уже к 2050 г.

Если дальше развивать тему, то и выращивание скота требует также большого количества корма на единицу живого веса. По оценкам, сделанным в 2003 г. исследователями Лукасом Рейндерсом из Амстердамского университета и Сэмом Соретом из Университета Лома Линда, для получения 450 г животного белка в виде говядины требуется более 4,5 кг растительного белка — не говоря уже о дополнительных выбросах парнико-



Фото компании-производителя.

вых газов, связанных с выращиванием кормового зерна. Ведь растениеводство также сопряжено с достаточно высоким уровнем выбросов, поскольку предполагает скрытые природоохранные издержки: использование техники и горючего для возделывания, выделение метана растениями, энергозатраты на транспортировку и хранение. Например, как отмечено в докладе исследовательской группы Дэниела Моргана и его коллег из Вашингтонского университета, при выращивании в Перу всего лишь полуфунта (225 г) спаржи в атмосферу выбрасываются парниковые газы в объеме эквивалента 34 г CO_2 . Они — результат применения инсектицидов и удобрений, оборудования для полива, а также использования малоэкономичной сельхозтехники. Охлаждение и доставка этого количества спаржи в соседние страны увеличивает показатель на 56,6 г, доводя итоговый CO_2 -эквивалент до 90,6 г.

Таким образом, экстенсивно наращивая производство пищи, человечество способствует ускорению негативных климатических процессов и сопутствующих им катастрофических явлений — ураганов и засух. А значит, еще сильнее обостряется положение в странах третьего мира, от этих явлений более всего страдающих. Условно говоря, выбросы от многотысячных коровьих стад в Южной Америке усугубляют голод в субсахарийной Африке. И это еще один порочный круг глобального потепления. Есть ли из него выход? Поскольку уменьшить производство пищи невозможно, стоит обратить внимание на современные способы агротехни-

ки, животноводства и ликвидации отходов. Экономист-эколог из Университета Восточной Англии Сьюзан Субак рассчитала, что производство 450 г говядины на специальной площадке — система «интенсивного откорма скота по замкнутому циклу» (CAFO) — дает в три-пять раз меньше выбросов в сравнении со стандартным способом.

С другой стороны, системы улавливания метана позволяют использовать отходы жизнедеятельности коров для выработки электроэнергии. Пока, из-за высокой стоимости подобных систем, они не нашли широкого применения, но быстрое развитие технологий дает надежду на решение этой проблемы.

В 1944 г. Франклин Рузвельт сказал: «Сегодня мы стоим перед тем исключительно важным фактом, что для спасения цивилизации мы должны... развивать способность всех людей жить вместе в условиях мира». И хотя война давно закончилась, человечество оказалось перед экологической угрозой, серьезнее которой до сих пор не встречало.

Люди различных убеждений из разных стран способны действовать сплоченно и ответственно, что показало первое Киотское соглашение. Срок его подходит к концу, но нет сомнений, что продолжение усилий необходимо. И есть надежда, что новое, посткиотское соглашение, которое, как планируется, будет принято в декабре этого года на конференции в столице Дании Копенгагене, даст старт решающему витку этой международной борьбы. □

Пресс-служба ООО «Грундфос».



www.worldwallpaperfree.com

Энергосбережение: билет в будущее

Летом 2008 года президентом России Дмитрием Медведевым было определено приоритетное направление модернизации отечественной экономики — снизить к 2020 г. энергоемкость российского ВВП на 40%. Цель амбициозная, однако иного способа выйти на уровень эффективности индустриально развитых стран сегодня просто нет.

Вопрос номер один, который нам предстоит решить: снижение энергоемкости ЖКХ. Это не преувеличение: по данным Центра по эффективному использованию энергии (ЦЭНЭФ), главный потенциал российского энергосбережения заложен сегодня именно в коммунальном, а не в промышленном секторе экономики. Например, теплопотребление многоквартирных зданий, построенных до 1990 г., в три-пять раз выше, чем у объектов последующих лет застройки. Именно такие дома составляют основу российского жилого фонда.

Особую остроту эта проблема приобретает в регионах с суровым климатом: например, на севере страны, в Сибири и на Дальнем Востоке. Причем решать ее нужно в комплексе, рассматривая два основных взаимодополняющих аспекта энергосбережения в жилом секторе: качество теплоизоляции зданий и эффективность систем теплоснабжения.

Способы снижения теплопотерь очевидны для большинства граждан и специалистов коммунальной отрасли. Это



www.worldwallpaperfree.com

утепление и реконструкция фасадов, ремонт кровли (в т.ч. с заменой на скатную), установка энергоэффективных ограждающих конструкций (пластиковых окон и пр.), а также реставрация фундаментов и утепление подвалов. Большая часть этих мероприятий предусмотрена законом №185-ФЗ, в соответствии с которым реализуется Федеральная программа капремонта.

Что же касается отопительных систем, то сегодня к их модернизации зачастую подходят однобоко. Конечно, замена изношенных труб, запорной арматуры и радиаторов необходима. Вместе с теплоизоляцией здания это позволяет ликвидировать утечки тепла. Однако сокращение теплопотерь в доме не обеспечит снижения теплопотребления, а лишь приведет к повышению температуры воздуха в жилых помещениях. Причем, как правило, чрезмерному. Таким образом, никакого увеличения энергоэффективности ЖКХ не происходит. Жители же многоквартирных домов вместо одной проблемы получают другую. Ведь управлять домашним микроклиматом они могут только одним способом — открывая форточки и «грея» улицу. При этом теплосчетчики, установка которых в каждом доме станет скоро обязательной, зарегистрируют не экономию тепла, а, наоборот, рост его потребления.

Ключ к решению этой задачи с двумя неизвестными заключен всего в двух словах: регулирование и учет. *«Обитатели каждого городского дома и каждой квартиры должны иметь возможность управлять своим теплоснабжением, получая прямую материальную выгоду от его снижения и самостоятельно определяя комфортный уровень температуры воздуха в помещениях, — считает Павел Журавлев, заместитель генерального директора компании Danfoss (ведущего мирового производителя энергосберегающего оборудования для систем отопления и теплоснабжения зданий) по взаимодействию с органами государственной власти и управления и член экспертного совета по ЖКХ при комитете по строительству Государственной думы. — Только в этом случае энергоэффективность ЖКХ из абстрактной категории превращается в реальную перспективу».*

Наглядным подтверждением этому может служить опыт некоторых стран Северной Европы, где энергосбережение уже давно превратилось в национальную идею. Так, после нефтяного кризиса 1970-х гг. датским правительством был разработан целый комплекс мер по повышению эффективности теплоснабжения, однако поначалу это не принесло ожидаемых результатов. Стало очевидно, что экономия невозможна без мотивации потребителей. Однако датчане очень быстро исправили свою ошибку: применение оборудования для автоматического регулирования и учета тепла в системах отопления жилых зданий стало обязательным, как и расчеты за тепловую энергию по факту. В результате за 25 лет эта страна превратилась из потребителя в поставщика энергоресурсов, поднявшись на первое место в мире по эффективности их использования.

России предстоит пройти этот путь вдвое быстрее. И опыт регионов говорит о том, что это вполне реально. Так, в 2009 г. в рамках Федеральной программы капремонта в нескольких жилых домах Красноярска, наряду с работами по утеплению, была проведена комплексная модернизация отопительных



фото компании-производителя.

систем с заменой элеваторных узлов на автоматизированные тепловые пункты Danfoss. По прогнозам специалистов управляющей компании «Жилфонд», обслуживающей здания, экономия тепла в результате установки ИТП должна составить 40%.

Примечательно, что выбор оборудования не был случайным. *«Эффективность систем отопления во многом определяется надежностью технических решений, — объясняет Виктор Нежелеев, генеральный директор компании «ТехноПолис плюс», проводившей монтажные и пусконаладочные работы. — Зимы в Красноярске суровые, а техника «Danfoss» хорошо зарекомендовала себя в условиях российского севера. Кроме того, мы выбрали надежного партнера, способного обеспечить инженерное сопровождение проекта и гарантирующее оперативное сервисное обслуживание на протяжении всего срока эксплуатации оборудования».*

Продукция датского концерна уже прошла проверку временем в экстремальных климатических условиях якутского Нерюнгри, а также Норильска — второго по величине города мира, расположенного за Северным полярным кругом. Использовать ее предложено также в городе Апатиты Мурманской области, где по инициативе президентской комиссии по модернизации и развитию российской экономики готовится к реализации программа «Энергоэффективный квартал». В рамках проекта

планируется проведение комплексной реконструкции жилых и общественных зданий, а также объектов коммунальной инфраструктуры на территории одного из городских микрорайонов.

Подобные проекты осуществляются сегодня не только на севере России — аналогичные программы разрабатываются в Тюмени и Казани, опыт реальной экономии уже есть у жителей Челябинска, Великого Новгорода, Екатеринбурга, Владивостока, Краснодара и многих других городов. Например, собственники жилья в доме №29 по ул. Ленина в Белоречке, где не так давно был установлен ИТП Danfoss и автоматические балансирующие клапаны на всех стояках системы отопления, добились 35–45% сокращения теплоснабжения и сэкономили за один отопительный сезон в среднем по 2700 руб. на каждую квартиру. Таким образом, сегодня уже можно говорить о наметившейся тенденции. А значит, реализация поставленной президентом задачи вполне реальна.

С каждым днем становится все более очевидно, что энергоэффективность является одним из основных трендов развития экономики XXI века. Борьба за снижение энергопотерь происходит во всех отраслях современной индустрии: от микроэлектроники до тяжелого машиностроения. Другого пути сегодня просто не существует, поэтому можно либо двигаться по нему вперед, либо сойти на обочину прогресса. Свой выбор мы должны сделать сейчас. ■

Века московского водопровода

Годом рождения московского водопровода считается 1804-й, однако попытки наладить водоснабжение в Первопрестольной делались намного раньше. Первые упоминания относятся к 1339 г., когда при князе Иване Калите от реки Москвы за стены деревянного Кремля был проложен трубопровод из дубовых бревен с высверленной сердцевинкой.

А. САМОЙЛОВИЧ

В 1632–1634 гг., во времена первого царя из династии Романовых Михаила I, в Кремле был построен напорный водопровод. Вода для последующей раздачи поднималась на высоту с помощью так называемого «водяного взвода» — несложного устройства для подъема воды. Оно располагалось в юго-западной угловой башне Кремля, которая после этого стала называться Водовзводной.

Екатерининский водопровод

Через полтора века делом водоснабжения Первопрестольной государство занялось всерьез. 28 июля 1779 г. был подписан указ Екатерины II о строительстве в Москве водопровода. Ответить за ход работ было поручено генералу-поручику Ф.В. Бауеру. Из бюджета на строительство было выделено 1,1 млн рублей.

Источник воды, призванной напоить Москву, находился около Мытищ; здесь было устроено 43 ключевых бассейна. Перед инженерами стояла нетривиальная для тех лет задача по доставке воды потребителям, и она была блестяще решена. Для первого перехода через Язу у Мытищ были проложены два чугунных водовода диаметром 300 мм, а у села Ростокино был построен каменный акведук длиной 356 м и высотой 19 м — в то время это был самый большой каменный мост в России. Екатерина II писала о нем: «...Самая лучшая постройка в Моск-



фото предоставлены автором.

■ Ростокинский виадук



фото предоставлены автором.

■ Сухарева башня в разрезе

ве, несомненно, Ростокинский водопровод: он с виду легок как перо... к тому же он весьма прочен...». И сейчас, спустя много лет, Ростокинский акведук радует глаз своей красотой и масштабностью.

При строительстве водопроводной галереи в Сокольнической роще, Каланчевском урочище и у Сухаревой башни возникли определенные сложности. Из-за того, что Сокольники и Сухаревка расположены выше Мытищ, галерею пришлось углублять в землю на 14 и 18 м соответственно. На Каланчевском поле был сооружен первый открытый бассейн и четыре колодца, а заканчивался водопровод на Трубной площади. 28 октября 1804 г. состоялось торжественное открытие Екатерининского водопровода. Этот день вошел в историю как официальный день рождения московского водопровода. Спустя некоторое время заработали еще пять фонтанов, ставшие источниками чистой воды для Москвы: около Шереметьевской больницы на Сухаревке (сейчас — Институт скорой помощи им. Склифосовского), на Садовой, во дворе Спасских казарм и два — во дворах на Трубной площади.

Реконструкции в Мытищах

Спустя двадцать лет был утвержден проект о переустройстве Мытищинского водопровода, предложенный его директором Н.И. Янишем. Участок Екатерининского водопровода от Мытищ до села Алексеевского был усовершенствован, после чего стало возможным передавать в Москву до 200 тыс. ведер в сутки. Вблизи Алексеевского было построено водоподъемное здание с двумя паровыми машинами Уатта и четырьмя котлами. Отсюда по чугунному трубопроводу (диаметр 300 мм, протяженность 7,5 км) вода подавалась в выложенный чугунными плитами резервуар на 80 м³, расположенный на втором этаже Сухаревой башни. От Сухаревой башни вода по магистральному трубопроводу диаметров 240 мм поступала к водоразборным бассейнам, колодцам и фонтанам: на Лубянской, Театральной, Воскресенской и Варварской площадях. Кроме того, были сделаны ответвления в Кремлевский дворец, Воспитательный дом, городскую временную тюрьму, торговые ряды, общественные бани и в Императорские театры.

Фото предоставлены автором.



■ Крестовские водонапорные башни

Во второй половине XIX века Мытищинский водопровод постоянно реконструировался и расширялся. Паровые машины на Алексеевской водокачке были заменены на более мощные, они ежедневно подавали на Сухареву башню 500 тыс. ведер воды. Для бесперебойной подачи между этими двумя объектами был проложен второй ряд чугунных труб диаметром 16" (более 40 см). На Сухаревой башне был установлен дополнительный резервуар, по городу проложили 45 км труб, оборудовали 26 пунктов водоразбора и 15 пожарных колодцев, которые существенно облегчили работу пожарных частей.

От водопровода — к канализации

К 1870 гг. в Москве проживало 700 тыс. жителей, развивалась промышленность, потребление воды постоянно увеличивалось. Планировался запуск канализации, которая требовала большого расхода воды, необходимо было увеличивать напор в системе для подачи воды на верхние этажи.

Для решения поставленных задач на Алексеевской насосной станции установили две паровые машины мощностью по 134 л.с. Далее вода пробегала по трубам 2,2 км и накапливалась в двух Крестовских водонапорных башнях, которые были построены недалеко от Виндавского (ныне Рижского) вокзала. Каждая башня была семиэтажной. Пять этажей были заняты конторами и квартирами служащих, шестой этаж — технический. На верхнем этаже каждой башни на высоте 30 м находился резервуар емкостью 300 тыс. ведер.

Улучшенный водопровод позволил создать канализацию, первая очередь которой была запущена в 1889 г. Дальнейшее развитие водопровода в Москве было уже не остановить. В 1900 г. было принято решение о заборе воды из реки Москвы в районе деревни Рублево, откуда взял начало Москворецкий водопровод. XX век ознаменовался строительством плотин и очистных сооружений, канала Волга–Москва и ряда других значимых гидротехнических сооружений.

Наши дни

В ближайшие годы Мосводоканалу не потребуются увеличение водоподающих мощностей: 5 млн м³ воды вполне достаточно для города. Идет постоянное обновление систем: в частности, в 2009 г. проводилась реконструк-

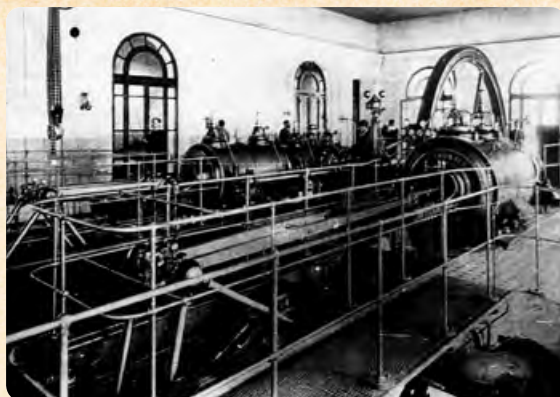


Фото предоставлены автором.

■ Водоподъемные машины Мытищинской станции

ция Мытищинского коллектора, в ходе которой использовались современные полипропиленовые трубы Polytron-ProKap завода «Политрон». Московский водопровод живет, растет, обновляется и не собирается оставаться в прошлом. Какой бы красивой и славной ни была история, жизнь — это постоянное движение вперед. Как вода, которая век за веком бежит по трубам московского водопровода. □

Благодарим за помощь в подготовке материала московский музей воды и информационный вестник «Московский водоканал».



■ Сухарева башня

www.worldpaperfree.com



РЕДАКЦИОННАЯ ПОДПИСКА 2010



**«С.О.К.» утоляет жажду
профессиональной информации!**

Уважаемые читатели!

Предлагаем Вам оформить подписку на журнал «С.О.К.» на 2010 год
Мы своевременно обеспечим Вас качественной и нужной информацией.

Журнал распространяется только по подписке.

Стоимость подписки на 12 номеров 2010 года: 2376 рублей.

Юридическим лицам необходимо для получения счета на подписку отправить письмо-заявку на e-mail: media@mediatechnology.ru
(укажите реквизиты компании, контактные телефоны, ФИО контактного лица)

По возникшим вопросам обращайтесь в Издательский Дом «Медиа Технолоджи» по тел.: (499) 135-78-28, 135-98-30, 135-99-22

Извещение

Получатель: ООО Издательский дом «МЕДИА ТЕХНОЛОДЖИ»
ИНН 7736213025
р/с 40702810500000270959
в АКБ «РОСЕВРОБАНК» (ОАО) г. Москва
к/с 30101810800000000777
БИК 044585777

Плательщик (ФИО)

Адрес (с индексом)

Кассир

Назначение платежа	сумма
Подписка на журнал «С.О.К.» — «Сантехника. Отопление. Кондиционирование» на 2010 год (№№ 1–12 ЯНВАРЬ–ДЕКАБРЬ)	2376 руб. 00 коп.
Подпись плательщика	

Квитанция

Получатель: ООО Издательский дом «МЕДИА ТЕХНОЛОДЖИ»
ИНН 7736213025
р/с 40702810500000270959
в АКБ «РОСЕВРОБАНК» (ОАО) г. Москва
к/с 30101810800000000777
БИК 044585777

Плательщик (ФИО)

Адрес (с индексом)

Кассир

Назначение платежа	сумма
Подписка на журнал «С.О.К.» — «Сантехника. Отопление. Кондиционирование» на 2010 год (№№ 1–12 ЯНВАРЬ–ДЕКАБРЬ)	2376 руб. 00 коп.
Подпись плательщика	

ДЛЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ

УСЛОВИЯ ПОДПИСКИ.

Редакционная подписка дает возможность гарантированного получения журнала почтой в индивидуальном конверте.

Для оформления подписки необходимо перечислить в любом отделении Сбербанка РФ на расчетный счет ООО «Издательский дом «Медиа Технолоджи» соответствующую сумму. Для этого используйте уже заполненный прилагаемый бланк.

Внимание! Правильно и полностью укажите адрес доставки журнала.

protherm



На правах рекламы. Товар сертифицирован.

Леопард

Настенный
газовый котел
с битермическим
теплообменником

- Мощность 8,5 - 23 кВт
- Битермический теплообменник
- Постоянный контроль температуры ГВС
- Плавное модулирование мощности
- Газовая модуляционная горелка
- Автодиагностика
- Погодозависимая автоматика
- 5-литровый расширительный бак
- Контроль отвода продуктов сгорания
- Защита от замерзания
- Функция «Зима-Лето»



Представительство Protherm в РФ
123423, Москва, ул. Народного Ополчения, д. 34
Тел. +7 (495) 788-45-44, факс +7 (495) 788-45-65

info@protherm-ru.ru
www.protherm-ru.ru





www.santech.ru

Артерии жизни

Более 15 000 наименований оборудования, изделий и материалов для систем отопления, водоснабжения и канализации.

- Трубы и трубопроводная арматура
- Системы горячего и холодного водоснабжения
- Запорная и регулирующая арматура
- Канализация и системы очистки
- Сантехническое оборудование и аксессуары
- Насосное оборудование
- Санфаянс
- Отопительное оборудование

На правах рекламы.

Розничные магазины
«Мастер-Сантехник»

- М Улица 1905 года (495) 253-4429
- М Первомайская (495) 465-3104; 965-8932
- М Аэропорт (499) 152-9028
- М Петровско-Разумовская (499) 900-3469

Центральный офис:
(495) 645-0000

г. Москва, ул. Валовая, д. 21

Офис при складе:
(495) 926-1122; 926-1451

г. Видное, Белокаменное шоссе, д.1